



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la
planta de residuos sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue,
Lima 2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Gutierrez Cupe, Eddy Víctor (ORCID: 0000-0002-4934-247X)

ASESORA:

Dra. Sánchez Ramírez, Luz Graciela (ORCID: 0000-0002-2308-4281)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Primero a Dios por la sabiduría, fortaleza y salud durante estos años para lograr mis objetivos trazados. Asimismo, a mis padres, por su apoyo incondicional y sus consejos que me motivan a seguir adelante, a pesar de las adversidades que se han presentado.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiarme en todo momento, y sobre todo darme fuerzas de voluntad.

A mis padres, hermanos, tíos por sus consejos, por fortalecerme cada día más.

A todos los docentes de la Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo por sus sabias enseñanzas en las aulas y compartir sus experiencias. Mi agradecimiento especial a mi asesora, Dra. Ing. Luz Graciela Sánchez Ramírez por la conducción de la asignatura, revisiones y aliento para concluir el presente trabajo

Índice de contenidos

Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	11
III. METODOLOGÍA	31
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	31
3.2. Operacionalización de Variables	32
3.3. Población y muestra.....	34
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	35
3.5. Validez de los instrumentos.....	35
3.6. Métodos de análisis de datos	36
3.7. Aspectos éticos	37
IV. RESULTADOS	38
V. DISCUSIÓN	75
VI. CONCLUSIONES	79
VII. RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS.....	81
ANEXOS	85

Índice de tablas

Tabla 1.	Capacidad de las 08 máquinas de la planta de tratamiento de residuos sólidos	4
Tabla 2.	Pareto de las causas relevantes de baja productividad en la planta de residuos sólidos.	6
Tabla 3.	Validez de los instrumentos por Juicio de expertos	36
Tabla 4.	Fallas mecánicas de la máquina Autoclave T1000	48
Tabla 5.	Historial de las fallas mecánicas	49
Tabla 6.	Mediano índice de fallas eléctricas de la máquina Autoclave T1000	50
Tabla 7.	Historial de fallas eléctricas de la máquina autoclave	51
Tabla 8.	Fallas neumáticas	52
Tabla 9.	Historial de fallas neumáticas	53
Tabla 10.	Falla de lubricación	54
Tabla 11.	Historial de falla de lubricación	54
Tabla 12.	Tiempo medio entre fallas	55
Tabla 13.	Medición de índice de Utilización	56
Tabla 14.	Medición del índice de rendimiento	57
Tabla 15.	Valores de la Productividad-Pretest	57
Tabla 16.	Herramientas utilizadas en el mantenimiento preventivo	59
Tabla 17.	Capacitación de personal	61
Tabla 18.	Pasos para aplicar grasa	61
Tabla 19.	Indicador cumplimiento del Mantenimiento Preventivo	64
Tabla 20.	Indicador Tiempo Medio Entre Fallas	65
Tabla 21.	Base de datos del Indicador Rendimiento	66
Tabla 22.	Base de datos del Indicador Utilización	67
Tabla 23.	Criterio para la toma de estadísticos	69
Tabla 24.	Estadígrafos	69
Tabla 25.	Prueba de normalidad de la Productividad	70
Tabla 26.	Prueba de normalidad del Rendimiento	70
Tabla 27.	Prueba de normalidad de Utilización	71
Tabla 28.	Validación de la hipótesis general, en base a las muestras emparejadas ...	72
Tabla 29.	Prueba T-Student de productividad	72
Tabla 30.	Muestras emparejadas del rendimiento	73
Tabla 31.	Prueba T-Student del rendimiento	73

Tabla 32.	Muestras emparejadas de Utilización	74
Tabla 33.	Prueba T-Student de la Utilización	74

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i>	Toneladas de residuos generados por los países.	1
<i>Figura 2.</i>	Gestión de recursos en grandes países del mundo.	2
<i>Figura 3.</i>	Herramienta causa y efecto que muestra las causas de la baja productividad de la planta de tratamiento del Hospital Nacional Hipólito Unanue.....	5
<i>Figura 4.</i>	Diagrama de Pareto de causas de la baja productividad en la Planta de Tratamiento de Residuos Solidos.....	7
<i>Figura 5.</i>	Clasificación del mantenimiento preventivo. Fuente Duffaa, 2002.....	24
<i>Figura 6.</i>	Tipo y actividad del mantenimiento preventivo. Fuente Vaydia (2017)	28
<i>Figura 7.</i>	Indicadores Básicos del mantenimiento. Fuente Gonzales (2014)	29
<i>Figura 8.</i>	Indicadores específicos del mantenimiento	29
<i>Figura 9.</i>	Dato representativo de acuerdo al tipo de mantenimiento	30
<i>Figura 10.</i>	Mapa de ubicación del Hospital Nacional Hipólito Unanue.....	38
<i>Figura 11.</i>	Organigrama Estructural del área de Epidemiología y Salud Ambiental. Fuente MOF (2017).....	39
<i>Figura 12.</i>	Vista superior de la planta de tratamiento de residuos sólidos.....	40
<i>Figura 13.</i>	Diagrama DOP del mantenimiento correctivo aplicado a la máquina autoclave.	41
<i>Figura 14.</i>	Etapas de la máquina principal Autoclave T1000	44
<i>Figura 15.</i>	DAP del mantenimiento correctivo aplicado a la máquina autoclave.....	45
<i>Figura 16.</i>	Diagrama de actividades del desarrollo de la investigación	46
<i>Figura 17.</i>	Residuos Biocontaminados. Fuente: Plan de Manejo de residuos hospitalarios 2017	47
<i>Figura 18.</i>	Especificación técnica del Autoclave T100	58
<i>Figura 19.</i>	Herramientas utilizadas.....	60
<i>Figura 20.</i>	Informe del Mantenimiento Preventivo Realizado	62
<i>Figura 21.</i>	Diagrama actividades del proceso mejorado	63
<i>Figura 22.</i>	Base de datos del indicador Cumplimiento del Mantenimiento preventivo ..	64
<i>Figura 23.</i>	Tendencia del Indicador Tiempo Medio Entre Fallas	65
<i>Figura 24.</i>	Tendencia del Indicador Rendimiento	66
<i>Figura 25.</i>	Tendencia del Indicador Utilización	67
<i>Figura 26.</i>	Tendencia de la Variable Productividad	68

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el incremento de productividad en un centro Hospitalario. Este estudio se realizó con una metodología de tipo aplicada, su nivel de investigación fue descriptiva y explicativa, y de acuerdo al tipo de diseño metodológico fue experimental de tipo cuasi-experimental, por lo que los datos se obtuvieron mediante la manipulación de la variable independiente, mantenimiento preventivo para observar su efecto sobre la variable dependiente, productividad. El grado de significancia de la variable productividad y de las dimensiones rendimiento y utilización fue menor a 0.005, por lo tanto, rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna, por ende, el estudio es comprobado. La población y la muestra fueron conformadas por 8 máquinas, que fueron evaluados 4 meses antes y 4 meses después. La técnica de esta investigación fue la observación y los instrumentos fueron fichas de recolección de datos. La validez de los instrumentos se realizó por el criterio de Juicio de Expertos, donde los datos recolectados fueron procesados y analizados por el SPSS Statistics versión 23. Para finalizar, él estudio llegó a la conclusión que la aplicación del Mantenimiento preventivo aportó en el incremento de la productividad, obteniendo como resultado un aumento de 20%.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, rendimiento, utilización, productividad.

Abstract

The objective of this research was to determine the increase in productivity in a Hospital center. This study was carried out with an applied type methodology, its research level was descriptive and explanatory, and according to the type of methodological design, it was experimental of a quasi-experimental type, so the data were obtained by manipulating the independent variable, preventive maintenance to observe its effect on the dependent variable, productivity. The degree of significance of the productivity variable and of the performance and utilization dimensions was less than 0.005, therefore, it rejects the null hypothesis and accepts the alternative hypothesis, and therefore, the study is verified. The population and the sample were made up of eight machines, which were evaluated 4 months before and 4 months later. The technique of this research was observation and the instruments were data collection sheets. The validity of the instruments was carried out by the criterion of Expert Judgment, where the data collected were processed and analyzed by the SPSS Statistics version 23. Finally, he studied and concluded that the application of Preventive Maintenance contributed to the increase of productivity, resulting in an increase of 20%. contributed in the increase of productivity, resulting in an increase of 20%.

Keywords: Preventive maintenance, performance, utilization, productivity.

I. INTRODUCCIÓN

En este capítulo introductorio de la investigación se mencionaron temas referidos a la problemática planteado que fue el mantenimiento preventivo y la productividad que se dieron en el ámbito internacional, nacional y local. Además, se planteó la interrogante del problema de estudio, las justificaciones, los objetivos e hipótesis.

Los centros hospitalarios en el mundo presentan diversidad de problemas por los residuos que generan, siendo una preocupación a nivel internacional, porque potencialmente, los residuos hospitalarios almacenados están expuestos y propensos a la contaminación ambiental riesgo biológico y riesgo a los seres humanos, por lo tanto, deberán estar de acuerdo a la normativa, cumplir con el tratamiento y disposición final de cada entidad. Sobre el tema Savino, Solórzano, Quispe y Correal (2018) explicaron:

Las normativas en cuanto al tratamiento de residuos sólidos del sector hospitalario, sector construcción y otras industrias, en estos tiempos han mostrado ciertos avances. Cada País implementa programas de gestión en este aspecto. La falta de adecuados contenedores para los residuos da como resultado el mal destino de estos residuos, siendo los botaderos y basurales los sitios donde se depositan estos restos, que pone en grave riesgo la salud la comunidad. (p.229)

Lo explicado por los autores se puede evidenciar en la figura 1, ahí podemos ver las toneladas de residuos que generan los países.

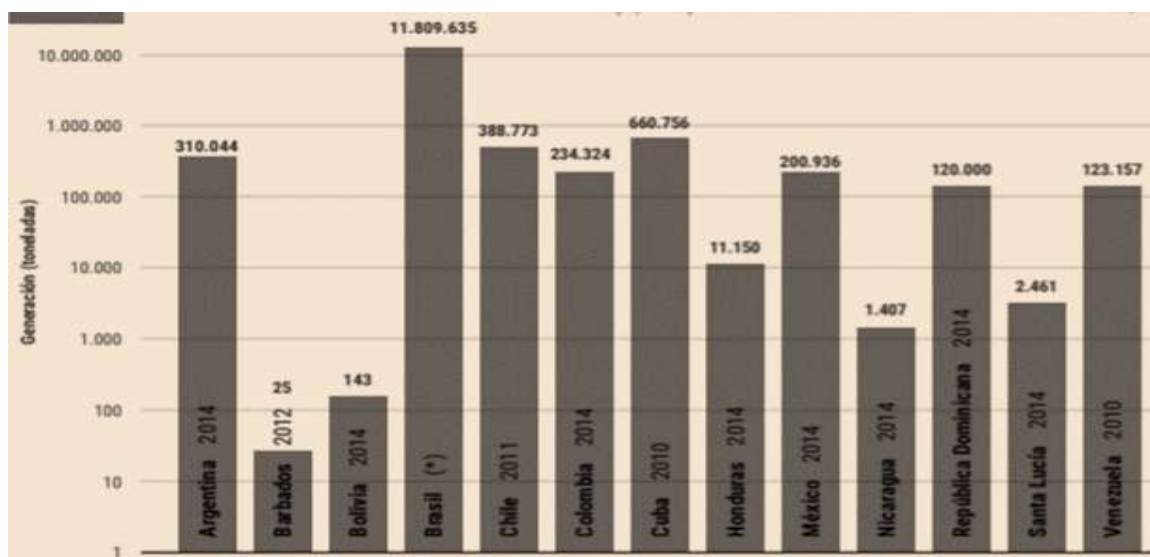


Figura 1. Toneladas de residuos generados por los países.

Los autores manifestaron que se están mejorando en planes de tratamiento en diversos países como se observa en la figura 2. Estos vienen siendo aplicadas para los diversos residuos que se generan, en otra parte hay países que todavía no cuentan con plantas de tratamiento, terminando estos residuos generados en basurales o sitios no autorizados, generando un riesgo ambiental y de salubridad pública.

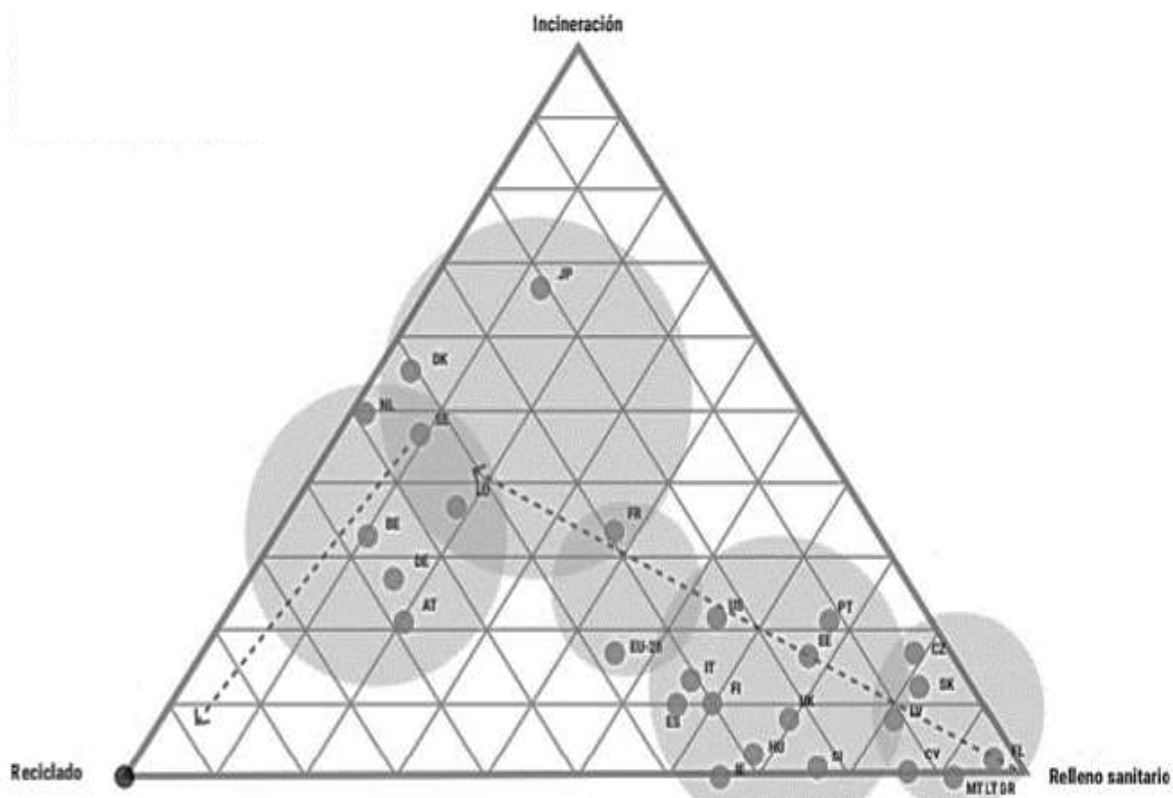


Figura 2. Gestión de recursos en grandes países del mundo.

En el Perú existen diversos factores en el sector salud que se han retrasado en el aspecto de tratamiento de residuos hospitalarios, es porque no se han proyectado a ver la valorización y el costo beneficio de implementar una planta de tratamiento de residuos sólidos, el reducido espacio, los establecimientos de salud son priorizados en las áreas o ambientes para la atención médica o de soporte, por lo tanto se toma como última opción las áreas para manejar los residuos sólidos, además se suma que la tecnología para los residuos sólidos son poco ofrecidos (pocas empresas que ofrecen los equipos de alta tecnología).

Además, el diario Andina en su nota del año 2017, mencionó que al año los diversos centros hospitalarios generan 23t. de desechos contaminantes, 3% de estos tiene un tratamiento adecuado, el resto no posee ningún tipo de tratamiento lo que pone en grave riesgo a la salud y al medio ambiente.

Se cuenta con pocas plantas de tratamiento para residuos hospitalarios, debido a que no se le toma la importancia que requiere, al tener los residuos expuestos, genera que personas inescrupulosas lo vuelvan a reutilizar y botar los residuos en ríos o recursos naturales ocasionando una contaminación ambiental, se requiere la inversión del estado y de las empresas privadas para disminuir estos tipos de casos.

En los centros hospitalarios en Perú se tiene pocas plantas de tratamiento que procesen los residuos hospitalarios, porque casi todos estos residuos son almacenados por días para ser transportado al relleno sanitario, y cumplir con el procedimiento que demanda la gestión de residuos hospitalarios.

El Hospital Nacional Hipólito Unanue, es un complejo hospitalario de atención pública. Su primera planta de tratamiento fue inaugurado el año 2014, este sistema se realizó con el fin de tratar los residuos hospitalarios de la entidad, reduciendo el volumen de lo tratado, triturando (haciendo irreconocibles los desechos) y esterilizando los residuos libres de cualquier contaminación. En un primer momento, todo fue desconocido, por la tecnología que se contaba, a mediados del año 2014, el procesamiento fue de 50 kg por día, hasta contar con más experiencia del operador y más personal; sin embargo, con los años la planta ha sido reconocida por muchas instituciones como modelo a seguir, por la implementación que se dio en el hospital.

La Planta de tratamiento tuvo inconvenientes en los pedidos que se realizó a la parte administrativa. La demora en los pedidos de mantenimiento a los equipos industriales, compra de insumos, materiales, implementos de seguridad, afectando al proceso de esterilización de residuos. En el año 2017-2018, los equipos estuvieron inoperativo, principalmente la máquina autoclave T1000 encargada de esterilizar los residuos biocontaminados. Las máquinas con las que cuenta el hospital se muestra en la tabla 1. Los siguientes factores como, planificación del mantenimiento preventivo , análisis de averías para todas las máquinas (autoclave T1000, compresora de pistones, caldero vertical de 20 BHP, ablandador de agua ,

tanque hidroneumático con electrobomba incorporada, tolva de almacenamiento), equipos sobresaturado para la producción diaria actual del hospital (1500 kg * día), mala segregación por parte del personal asistencial y en general (se encontró fierros, métales), siendo ellos los causantes que la máquina autoclave T1000 se debilite, e internamente se desgaste los componentes mecánicos del triturador, falta de interés por parte administrativa, no existe dentro del hospital un departamento de operaciones para que pueda mantener el adecuado funcionamiento de los equipos, mala administración por parte de los directivos.

Demora en dar el presupuesto para el mantenimiento de las maquinarias, porque no están dentro del presupuesto), reacios al cambio o mejora, en el hospital no existen especialistas en tema de mantenimiento preventivo, para este tipo de máquinas importadas, puesto que, para los directivos no es necesario gastar el dinero en un profesional, sin embargo, contratan a personal con poca experiencia para que suplan lo que pueda realizar un especialista.

Por ende, esta investigación, consiste en determinar el porqué es tan importante realizar la aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la planta de tratamiento de residuos sólidos del hospital Nacional Hipólito Unanue 2018, motivo que se debe implementar ciertas tecnologías, para incrementar la producción, incrementar los tiempos de producción, sanciones por parte de DIGESA.

Tabla 1. *Capacidad de las 08 máquinas de la planta de tratamiento de residuos sólidos*

N°	Descripción	Capacidad
1	Autoclave T1000	100 - 120 kg/h
2	Compresora de pistones	500L - 1000 l
3	Caldero Vertical 20 BHP	300 Kg/h
4	Tanque hidroneumatico	250 l - 500 l
5	Electrobomba 3 hp	50 - 200 l/m
6	Tolva de almacenamiento	500 kg /h
7	Ablandador de agua	150 l - 300 l
8	Sistema de vahos	_____

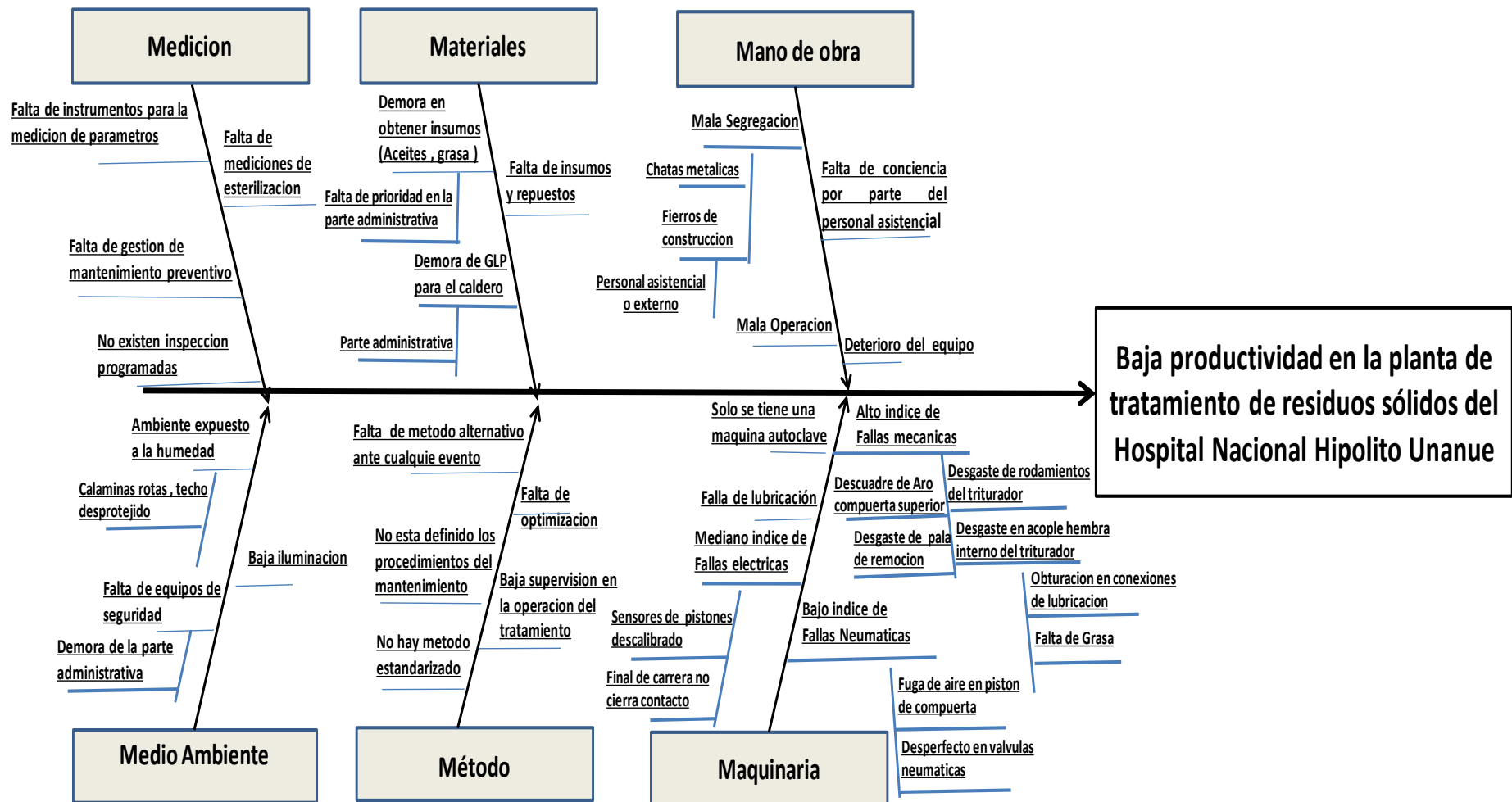


Figura 3. Herramienta causa y efecto que muestra las causas de la baja productividad de la planta de tratamiento del Hospital Nacional Hipólito Unanue.

Luego de la identificación de causas a través de la herramienta causa efecto que se ve en la figura 3, se desarrolló el diagrama de Pareto, en la tabla 3 permitió ver de una manera más concreta y detallada los problemas del centro hospitalario considerando , que el 80% de la baja productividad de la planta de tratamiento de residuos sólidos se basa en cuatro causas principales, el alto índice de fallas mecánicas, mediano índice de fallas eléctricas, bajo índice de fallas neumáticas y la falla de lubricación, son las principales causas que se debe centrar, por lo tanto, se tendrá que enfocar todos los esfuerzos para incrementar en estos aspectos y solucionar los focos que representan estos problemas. (Anexo22)

Tabla 2. *Pareto de las causas relevantes de baja productividad en la planta de residuos sólidos.*

N°	Causas	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado
1	Alto índice de fallas mecanicas	75	24.12%	75	24.12%
2	Mediano índice de fallas electricas	63	20.26%	138	44.37%
3	Bajo índice de fallas neumaticas	56	18.01%	194	62.38%
4	Falla de lubricación (grasa)	46	14.79%	240	77.17%
5	Atoramiento de residuos dentro de la máquina	30	9.65%	270	86.82%
6	Sobrecarga de produccion	20	6.43%	290	93.25%
7	Equipos de proteccion defectuosos	11	3.54%	301	96.78%
8	Mala segregación	6	1.93%	307	98.71%
9	Mantenimiento Semanal (rutina)	4	1.29%	311	100.00%
Total		311	100.00%		

Al respecto de la herramienta de Pareto Medrano, Gonzales y Díaz (2017) explicaron que el diagrama de Pareto es una comparación cuantitativa y organizada de elementos divididos en dos categorías: los "pocos vitales" o elementos importantes, y los "muchos triviales" o elementos sin importancia que conducen a un efecto particular. (p.30)

El autor nos indicó que el diagrama de Pareto está separado por dos aspectos fundamentales, por causas primarias y secundarias, diferenciando el enfoque primordial que se debe centrar en los problemas importantes.

De no resolverse esta problemática en función a la baja productividad en la Planta de tratamiento, se estaría generando costos innecesarios un kg = s/1.00 sol,

generándose este Hospital 1500 kg diarios, contaminación ambiental, multas y sanciones por parte de Digesa que implican una mala gestión de la parte administrativa.

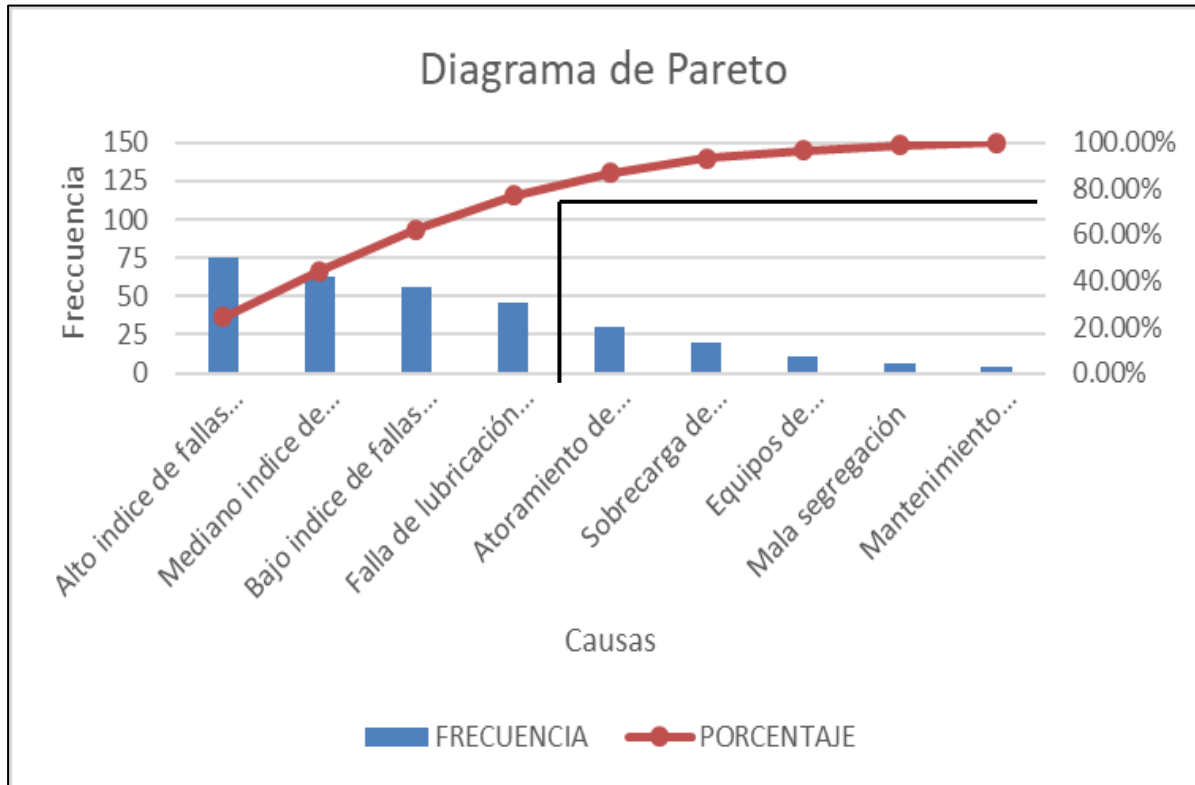


Figura 4. Diagrama de Pareto de causas de la baja productividad en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos

Luego del análisis del problema suscitado en el área de residuos sólidos se planteó la formulación del problema general de la investigación que fue: ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la productividad en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino, 2018?. Los problemas específicos planteados fueron:

- ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la Utilización en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino, 2018?
- ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa el Rendimiento en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital

Nacional Hipólito Unanue, El Agustino, 2018?

Las razones que justificaron realizar la investigación fueron los siguientes:

Justificación teórica, según Ñaupas (2014) indicó Implica si el estudio va a permitir realizar una innovación para lo cual es necesario hacer un balance del problema que se investiga; explicar si va a servir para refutar resultados de otras investigaciones o ampliar un modelo teórico (p.164). Por lo referido la investigación aporta conocimientos sobre el tratamiento apoyados por el decreto supremo ley N°1278, de manera que mejore las condiciones de la planta de tratamiento de residuos sólidos, a través de la aplicación del mantenimiento preventivo como parte de la estrategia para incrementar la productividad en la planta de tratamiento de residuos sólidos.

Justificación práctica, por lo tanto, Aguirre (2017) indicó los mejores resultados de producción se pueden lograr con un sistema de PM personalizado que aborde las necesidades de los equipos y sea respaldado por todos en la fábrica (p.112). En esta presente investigación es práctica porque existe la necesidad de aplicar el mantenimiento preventivo, en el Hospital Nacional Hipólito Unanue, para incrementar la productividad de la planta de tratamiento de residuos sólidos

Justificación metodológica, sobre el que Ñaupas (2014) explicó que cuando se implemente métodos e instrumentos de investigación nuevos y estos pueden utilizarse para otras investigaciones de naturaleza similar (p.164). En esta presente investigación, es importante la parte metodológica porque, genera nuevas investigaciones relacionado al mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la planta de tratamiento.

Justificación económica, Shafeek (2014) indicó: “La aplicación de mantenimiento a menudo se centra en la productividad y los problemas económicos. Actualmente, las herramientas de administración de mantenimiento utilizadas son kaizen y LCC para la optimización financiera relacionadas con la mejora de la productividad” (p.341). En esta investigación se justificó de manera económica, puesto que el Hospital evitará pagar costos innecesarios, por acumulación de residuos hospitalarios, multas por parte de digesa, ocasionando que afecte la rentabilidad del Hospital y sanciones. Por otra parte, si la entidad cumple con la ley 1278, permitirá cumplir con las normas establecidas, y llevado un conducto regular como entidad del estado.

Justificación Social, sobre el que Ñaupas (2014) indicó cuando la investigación se utiliza para abordar problemas sociales que afectan a un grupo social específico, como la alfabetización, la salud y la delincuencia, por ejemplo (p.165). La presente investigación tiene una justificación social que pretende asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos hospitalarios, reducir riesgos ambientales, protección de la salud y el bienestar de la persona humana. También se quiere, que el hospital sea un ejemplo a seguir en el manejo adecuado de los residuos hospitalarios, promoviendo a que más entidades de salud puedan invertir en plantas de tratamiento, y se puedan ser responsables de la disposición final de residuos.

Justificación Legal, esta investigación tiene una justificación legal porque todas las entidades de salud deben cumplir con el normativo (Ley N° 1278), ley general de residuos sólidos, que obliga a las entidades a que tengan un eficiente tratamiento de sus desechos sólidos. Por ende, al cumplir con esta normativa, se está ahorrando los costos innecesarios anuales, además de multas por parte de Digesa, según la infracción que demande exponer la acumulación de residuos hospitalarios.

Como otro punto se hace mención del objetivo general de la investigación que fue: Determinar en qué medida la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la productividad en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino, 2018.

Tuvo como objetivos específicos los siguientes:

- Determinar en qué medida el Mantenimiento Preventivo incrementa la Utilización en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino, 2018.
- Determinar en qué medida el Mantenimiento Preventivo incrementa el Rendimiento en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino, 2018.

La hipótesis general para esta investigación se consideró como: La aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa significativamente la productividad en la planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Hipólito Unanue, El Agustino, 2018.

Las hipótesis específicas fueron:

- La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa significativamente el rendimiento en la Planta de tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino, 2018.
- La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa significativamente la utilización en la Planta de tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino, 2018.

II. MARCO TEÓRICO

En este segundo capítulo de la investigación se mencionaron los diversos estudios que se desarrollaron sobre el tema de investigación que realizaron autores tanto nacionales como internacionales, los cuales sirvieron como soporte teórico de esta investigación.

Como antecedentes Internacionales se mencionó a Tenicota (2015) su investigación cuyo objetivo fue desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en un centro hospitalario. Los problemas resaltantes fue la no existencia de un plan de mantenimiento, el incumplimiento del programa de mantenimiento preventivo y un mal sistema de gestión. Su metodología usada por el autor fue el de tipo aplicada, empleó una adecuada base teórica y metodológica, hizo uso de las normativas vigentes, documentos técnicos especializados y planificación de recursos para una buena estrategia en prevención. Los resultados obtenidos fueron resaltantes en la gestión del plan de mantenimiento, se mejoró el plan de capacitación a los colaboradores y se aplicó el plan de mejora periódico en la empresa.

Hermosilla (2017), en su tesis que fue asignar de manera eficiente los equipos médicos a los proveedores de servicio técnico utilizando un algoritmo para la secuencia miento de soluciones y que resuelva el problema de priorización de asignaciones con grupos de igual costo y obtenga una mayor cantidad de asignaciones diferentes en menos tiempo, comparado con la metodología usada actualmente. La investigación fue cuantitativa porque utilizo formulas logarítmicas, servidores. Se concluyó que el algoritmo propuesto logra una reducción considerable (de horas a menos de un segundo) del tiempo requerido para encontrar las K-esimas asignaciones de menor costo, además de asegurar que las asignaciones propuestas si representan la mejor combinación dentro de todas las posibilidades, al ser aplicados a un centro hospitalario, y aun mas de alta y mediana complejidad, se propicia un mejor uso de los recursos, de tal manera, que cuando se desee realizar mantenimiento correctivo a los monitores multiparametros, puedan ser regresados en menos tiempo, y a su vez, el costo asociado se vea reducido.

Macas (2017) en su tesis Desarrollo de un Plan de Mantenimiento para el área del Data Center del Hospital Pediátricos Baca Ortiz, Tuvo como objetivo

determinar un plan de mantenimiento para el área Data Center del Hospital Pediátrico Baca Ortiz. Su metodología es de tipo descriptivo, puesto que dentro del desarrollo del proyecto se estructuró un plan de mantenimiento para los diferentes equipos a presión, contando con una metodología que permitió integrar nuevas actividades si el proyecto así lo hubiese exigido. El Autor concluye que, se estableció el estado actual de los equipos de los sistemas eléctricos, de ventilación y contra incendio con el apoyo técnico del personal de mantenimiento y de TICS del hospital.

Centeno (2015) en su trabajo de tesis su objetivo fue implementar herramientas para evitar el uso de equipos defectuosos en un hospital. También ofrecer una guía adecuada a los técnicos para el correcto mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias. Su metodología del autor fue de nivel exploratoria, ya que en su estudio se mostró la situación actual del proceso de mantenimiento para evidenciar las generalidades de los procesos de los equipos utilizados en el hospital; de tipo aplicada ya su estudio se vinculó con un aspecto práctico que sirvió para una adecuada gestión del mantenimiento de equipos del centro hospitalario. Su conclusión fue que personal técnico tuvo escasa preparación técnico operativo para efectuar su labor, con resultado de serios daños hasta llegar a la inoperatividad del equipo. Las instalaciones eléctricas se encontraron con alto grado de deterioro además de la deficiente infraestructura del inmueble. Lo evidenciado se informó a los interesados para las acciones que corresponden.

Por último, Vera (2014) su investigación fue hacer un análisis y diagnóstico del área de mantenimiento de un hospital para asegurar un adecuado nivel de servicio a los usuarios. Su metodología fue de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y como enfoque principal el cualitativo, diseño no experimental. El autor concluyó que, mediante aplicando técnicas de organización y métodos se puede mejorar el nivel los tiempos de operación y mejorar el desempeño de los colaboradores. Con una inversión de 7,464.56 dólares. El análisis financiero indicó que si es posible a la institución efectuar el proyecto.

Como antecedentes Nacionales se mencionaron a los siguientes autores:

Del Rio y Sandoval (2018) su investigación cuyo objetivo fue la propuesta de un eficiente programa de mantenimiento preventivo que incremente la confiabilidad del equipo generador de vapor. Su metodología fue de tipo pre-experimental; su

población fue el equipo generador de vapor la muestra fue el equipo de Hospital Essalud III. Se empleó técnicas de análisis de confiabilidad inicial y un plan general de mantenimiento. Los autores concluyeron que luego de la implantación del programa propuesto aumentó la confiabilidad del sistema en 6.35%, se demostró que el plan de mantenimiento incrementó el nivel de confiabilidad.

Marrufo y Cachi (2017) su investigación cuyo objetivo fue garantizar la disponibilidad y productividad de los equipos biomédicos del área de diagnóstico por imágenes de un Hospital. Usó metodología descriptivo y explicativo porque describe la realidad del hospital como se están trabajando los equipos y explicativo porque explica las causas que conllevaron a esta problemática ya que existe un control preventivo, su trabajo fue cuantitativo porque utilizó variables numéricas para determinar resultados. Los autores concluyeron que de una disponibilidad del 63% de los equipos pasó a una disponibilidad es 83% después de implementado el sistema. El crecimiento fue 23% en promedio de los 5 equipos objeto de estudio.

Terreroz (2017) su estudio de tesis cuyo objetivo fue implementar la metodología del balanced scorecard para la mejora productiva del desempeño de los médicos en un hospital. Aplicó una metodología de tipo aplicada y su diseño fue experimental de tipo pre-experimental; empleó una pre- prueba y una post prueba con un solo grupo de control. Concluyó el autor en que se mejoró la disponibilidad oportuna de la información y su productividad medido en hora/medico través de la herramienta BSC. Se alcanzó un 33% en el año 2015 para luego pasar a un 58% en el año 2016 según verificación de los reportes entregados a los órganos de control hospitalario.

Flores (2017) su investigación que tuvo como objetivo mejorar la productividad de los equipos biomédicos a través del mantenimiento preventivo. Se mejoró los trabajos imprevistos, el cumplimiento del programa establecido de mantenimiento de equipos. Su metodología fue que usó un diseño experimental de tipo pre-experimental, investigación de tipo cuantitativo ya que usó el análisis estadístico para los resultados. Mediante la observación hizo la recolección de datos, los reportes mensuales de mantenimiento sirvieron para recoger datos de las dimensiones de las variables. Por último, se concluyó que se determinó la mejora de la productividad en 30%, así como su incremento en el cumplimiento de la ejecución del programa de mantenimiento y la disminución de los trabajos.

Por último, Sánchez (2016) su tesis que tuvo como objetivo evaluar en qué medida la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad de los equipos biomédicos en un centro hospitalario. Su metodología fue de tipo cuantitativo, explicativo y descriptivo, su diseño es pre experimental, su muestreo es no probabilístico, su instrumentación fue recolección de datos. El autor concluyó que los resultados obtenidos de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejoraron la productividad en un 15% respecto a la medición inicial.

Por otro lado, luego de la revisión de la literatura y otras fuentes se mencionan las teorías diversas del tema de estudio.

Variable Independiente Mantenimiento Preventivo

Sobre el cual, Amendola (2017) indicó:

El mantenimiento preventivo se clasifica en dos tipos: inspección y predicción. La inspección se refiere a la interacción del técnico con el equipo para identificar la necesidad de mantenimiento correctivo. La predicción es la probabilidad para determinar si es necesario reemplazar una parte o componente de la máquina (p.51)

El autor argumento que el mantenimiento preventivo se divide en dos fases importantes siendo por inspección y por predicción, el primero realizando la intervención directamente del técnico hacia el equipo, mientras que la otra fase es cambiar, el repuesto de acuerdo al tiempo de uso o desgaste.

También, Dounce (2014) indicó que es el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema continúe funcionando correctamente y evite fallas se conoce como mantenimiento preventivo (p.48). Es un grupo de actividades que permite que la producción o el sistema sigan funcionando correctamente sin paradas imprevistas, generando que la producción o servicio cumpla las necesidades que requiere el técnico u operador.

También, Medrano, Gonzales y Díaz (2017) indicaron que se centra en la limpieza, lubricación, reemplazo programado de piezas y ajustes del equipo para evitar fallas. Estas actividades se llevan a cabo de manera regular y se identifican mediante inspecciones y monitoreo del estado de los equipos. (p.66).

Además, el autor indicó: “El mantenimiento preventivo nos permite reducir las fallas potenciales y evitarlas, realizando actividades basados en lubricación, ajustes, y estableciéndolas mediante inspecciones y medidas de control del equipo” (p.120).

En otras palabras, nos prevé de cualquier falla imprevista que pueda ocurrir en la máquina, que, a la larga, afecta el proceso o servicio de la empresa, por eso este autor nos indica la importancia de realizar actividades básicas de mantenimiento. De otra parte, Duffua (2013) indicó:

El mantenimiento preventivo (PM) se define como un conjunto de tareas planificadas previamente realizadas para evitar causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que se diseñó un activo. Los planes y horarios pueden depender del tiempo, el uso o la condición del equipo. (p.81)

Según lo indicado por el autor, se plantea como una serie de labores planificadas con el fin de anticiparse a las fallas imprevistas de la máquina, para controlar las fallas potenciales que pueda tener la máquina. Esta planeación se puede realizar en base al tiempo, uso o condición de cada equipo.

Además, Acevedo, Rodríguez y Flores (2017) indicaron: “La correcta aplicación de las rutinas de mantenimiento evitará problemas comunes, paradas y reparaciones innecesarias del equipo” (p.19). En otras palabras, los autores explicaron la importancia que demanda realizar un mantenimiento periódico, porque nos permite llevar un control del estado con que se encuentra la máquina, evitando que pueda ocurrir imprevistos, fallas comunes que ocasionen las paradas de las máquinas.

Dimensión 1: Programa de Mantenimiento preventivo

Montilla (2016) explicó que la limpieza, lubricación, desmontaje, sustitución de repuestos y eventual rearme se realizan con el equipo apagado después de un determinado tiempo; ese espacio de tiempo en lo habitual lo define el fabricante del equipo (p.26). El autor indica que es una intervención directa del técnico, ejecutando actividades en lapso determinado por recomendación del fabricante, como ajustes, calibración, lubricación, verificación de parámetros, siendo ejecuciones programadas.

También, Díaz (2016) expresó que, terminado el estudio individual, se debe agrupar por familias, categorías de equipos y tiempos equivalentes en la etapa

conjunta. Las rutinas de inspección y lubricación serán proporcionadas por el programa de mantenimiento preventivo para optimizar la mano de obra (p.37)

En otras palabras, el autor manifestó que está basado en un formato indicado a las actividades que se va a realizar en las máquinas; esto permitirá organizar mejor los periodos de mantenimiento para las ejecuciones dadas, además tendrá un panorama de las actividades a realizar, esto tendrá como finalidad alargar la vida útil de las máquinas, prediciendo cualquier evento inesperado durante la marcha de la máquina.

Además, Aguirre (2017) expresó que, si la tasa de fallas es alta, intente acortar el tiempo entre servicios para evitar paradas no planificadas. Se necesitan una base histórica para determinar la frecuencia de programación del mantenimiento preventivo (p.12). El autor explicó que, si se tiene fallas constantemente, se recomienda prevenir y acomodar la frecuencia de programación de mantenimiento preventivo, para reducir las fallas imprevistas que puedan afectar la producción o servicio.

También, según Amendola (2017) enunció: “Mide el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo de los equipos y sistemas en un periodo dado” (p.105).

$$\% \text{ Cumplimiento Mtto Preventivo} = \frac{\text{Mtto Preventivo ejecutadas}}{\text{Mtto Preventivo programadas}} \times 100$$

El autor indicó de qué manera puedo obtener resultados con la fórmula de acuerdo a las intervenciones ejecutas (frecuencia semanal) y las programadas según lo planificado por el técnico calificado.

Dimensión 2: Tiempo medio entre fallos

Amendola (2017) describió como el período de tiempo más probable entre un inicio y la ocurrencia de una falla se indica por el tiempo medio entre fallas; es decir, es el tiempo promedio transcurrido antes de que ocurra el evento fallido (p.106). El autor explicó que el tiempo entre fallos, se refiere a lapso probable que la máquina opera y en ese lapso de operación aparece una falla o evento en la máquina, previendo al técnico u operador para las correcciones correspondientes.

$$\text{TMEF} = \frac{\text{Tiempo en que la Planta de Tratamiento opera}}{\text{Frecuencia de Fallas}}$$

Montilla (2016) indicó que el objetivo principal es evitar fallas en un sistema de producción mediante la realización de tareas sencillas de forma regular, que se correlacionan con cada ciclo de producción en particular (p.33). El autor explicó que el objetivo del mantenimiento preventivo es prever fallas imprevistas, mediante intervenciones en tareas básicas que comprenden, lubricar, inspeccionar, ajustar, reparar, en cada cierto tiempo guiándose del manual del fabricante de la máquina.

Según Montilla (2016) indicó: el tiempo entre fallas *TBF* (*Time Between Failure*) disminuye antes de que ocurra la falla crítica; una falla crítica obliga a evaluar la relación costo-beneficio de reemplazar el equipo versus realizar una reparación general u *overhaul* (p.31). Se entiende que las fallas aumentan con mayor frecuencia, reduciendo las horas de operación de las máquinas, hasta que se pare completamente, verificando si conviene la reparación o cambio de dicha máquina, estos casos se dan cuando no se realiza ningún mantenimiento preventivo.

También, Díaz (2016) explicó: “El tiempo Medio entre fallos está ligado a la Fiabilidad o probabilidad de buen funcionamiento” (p.56). Está relacionado con el correcto funcionamiento de las maquinarias en un lapso de tiempo determinado.

Sobre el mismo tema Aguirre (2017) indicó que es el método de proporcionar servicios de equipo regulares. Esto puede variar desde un programa de lubricación hasta la adaptación de piezas o componentes después de que haya pasado un cierto tiempo (p.11). Sostuvo que el mantenimiento preventivo, es un mantenimiento de rutina, interviniendo en temas de ajustes, lubricaciones de acuerdo a cada frecuencia de operación, además está separada en dos partes, por inspección y por corrección (cambio de piezas).

Aguirre (2017) explicó: “Empleado en sistemas en los que el tiempo de reparación significativo con respecto al tiempo de operación (Sistemas reparables)” (p.12). El autor indicó que es el lapso en que las máquinas presentan un intervalo de funcionamiento, hasta que aparezca un evento o fallo.

$$MTBF = \frac{\text{N° de Horas de Operación}}{\text{N° de paradas correctivas}}$$

Gonzales (2014) indicó que refleja el tiempo que se necesita para funcionar correctamente entre fallas o reparaciones, además del tiempo medio entre fallas (p.30). El autor describió que es el tiempo en que las máquinas tienen un tiempo

determinado de paradas, además de que los componentes de las máquinas puedan responder satisfactoriamente. Para ello se debe aplicar la fórmula siguiente:

$$\text{MTBF: } \frac{\text{Tiempo total} - \text{Tiempos de reparación} - \text{Tiempos muertos de inutilización}}{\text{Números de paradas}}$$

En otras palabras, es el tiempo en que la máquina no va a fallar, la disponibilidad que mantiene el equipo sin que ocurra alguna avería.

Otro tema importante a destacar fue la eficiencia en mantenimiento en dispositivos médicos; sobre el que Sezdi (2016) indicó:

Un programa de mantenimiento generado a través de la consideración de las características y fallas del equipo médico es un componente importante de la administración de la tecnología. Sin embargo, los dispositivos de tecnología más antigua y los dispositivos de alta tecnología más nuevos no pueden administrarse de manera eficiente utilizando las mismas estrategias debido a sus características diferentes. (p.30)

El autor manifestó que los dispositivos nuevos y antiguos no pueden tener un mismo plan de mantenimiento, esto debido a que se requiere una mayor complejidad en los dispositivos antiguos porque se requiere de una inspección, más minuciosa, mientras que, a los dispositivos nuevos, el mantenimiento es superficial.

Variable Dependiente – Productividad

Sobre productividad existen diversas definiciones como las de Aguirre (2017) quien indicó que compara el desempeño de un área, grupo o individuo con el estándar de trabajo. El rendimiento por uso también se puede utilizar para medir la productividad o la eficacia (p.20). Explicó que la productividad se refleja en que el trabajador, que tan efectivo realiza su trabajo, por lo tanto, esta medición también se puede realizar por el rendimiento y la utilización.

También, Pascual (2015) indicó: *Total effective Equipment Productivity (TEEP)* es una medida compuesta de la eficiencia del equipo y la efectividad general que tiene en cuenta el tiempo de mantenimiento preventivo. (p.268). El autor indicó es el rendimiento efectivo total de los equipos, que implica tres cualidades básicas: mantención preventiva, combinado con la efectividad y la utilización de la máquina.

Otro autor Amendola (2017) indicó: “La productividad o eficiencia y el mantenimiento se representa mediante máquinas disponibles para su uso, máquinas en espera de mantenimiento teniendo como unión las máquinas de producción derivadas de la materia prima y el producto acabado” (p.48). Nos manifestó, que la productividad se ve reflejada por las máquinas disponibles que hay, las máquinas que están produciendo con la materia prima y el producto final.

Medianero (2016) indicó que es la relación entre productos e insumos lo que hace que esta métrica sea una medida de la eficiencia de la organización en la producción de bienes finales (p. 23). El autor nos comentó que la productividad es la relación entre las máquinas hombres, y los materiales a utilizarse, utilizando los recursos para los bienes posibles.

Montilla (2016) indicó el objetivo de la productividad es maximizar la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados. La productividad se describe como la capacidad de producir al máximo con la menor cantidad de recursos (p.36). El autor indicó la siguiente formula como medida de la productividad:

$$\text{Productividad} = \text{Obtención de los productos} / \text{empleo de los recursos}$$

Avda, Ortega y Gasset (2014) indicaron: “La productividad es la cantidad de productos que se obtienen en la fabricación “(p.5). Caso (2016) explicó que el cociente obtenido al dividir la producción por uno de los factores de producción se llama productividad (p.9). En otras palabras, es la división de la fabricación de un bien entre los recursos que se ha empleado en la producción.

Otro punto relevante a mencionar es producción y productividad, sobre el que se indicó que la productividad es la relación entre la cantidad producida y los insumos utilizados, mientras que la producción es el número de productos fabricados.

Otra forma de medir la productividad es:

$$\text{Productividad} = \text{Eficacia} / \text{Eficiencia}$$

Los dos conceptos más asociados a productividad son sin duda la eficacia y la eficiencia. Sobre el que se menciona lo siguiente:

Eficacia

Medianero (2016) indicó que se conoce como la relación entre los resultados obtenidos y los objetivos marcados (p. 38). El autor nos dice que se basa entre los resultados que se obtienen de acuerdo a las metas trazadas en un determinado tiempo definido.

$$\text{Eficacia} = \text{Resultados} / \text{Metas}$$

También Gonzáles (2016) explicó: “Es virtud, fuerza y poder para obrar correctamente y así alcanzar objetivos” (p.293) EL autor indicó que la eficacia se basa en alcanzar los objetivos propuestos por la empresa o institución.

Avda, Ortega y Gasset (2014) indicaron: “Es el grado en el que se logran los objetivos y se relaciona directamente con el desempeño” (p.5). El autor nos dice que se relaciona con el desempeño de la persona en relación a los objetivos y recursos.

Eficiencia

Medianero (2016) explicó que mide el buen uso de los recursos en relación de las metas trazadas (p.39). El autor explico que se basa entre las metas trazadas y la mejor utilización de los recursos empleados.

$$\text{Eficiencia} = \text{Metas} / \text{Recursos}$$

Gonzales (2016) indicó: “La productividad es la capacidad o grado de producción por unidad de trabajo” (p.308). El autor explicó que son los productos obtenidos, y la relación de los recursos utilizados para obtención.

Avda, Ortega y Gasset (2014) indicaron que es la diferencia entre la producción real y planificada del negocio, de tal manera que está directamente relacionada con el uso del capital de la empresa (p.5). Los autores comentaron que se relaciona en la producción real dentro de un tiempo determinado, con la producción esperada por la empresa.

Gonzales (2016) indicó: “Es alcanzar resultados de acuerdo a lo preestablecido. Es el cumplimiento de los programas en tiempo, forma y calidad al menor costo posible” (p.293). El autor nos explicó que la eficiencia se basa en alcanzar los resultados propuestos, pero con una mejor calidad, sea en menor tiempo, utilizando menores recursos.

Iglesias, Carreras y Sureda (2014) indicaron que cuando se produce el número máximo de bienes con la menor cantidad de recursos utilizados, se dice que el proceso es eficiente (p.14). Los autores explicaron que la eficiencia define la rapidez en que se realiza un determinado producto, utilizando menos recursos, y en menos tiempo, favoreciendo la rentabilidad de la empresa.

Se consideró relevante mencionar como mejorar la productividad, sobre el que Capell (2018) explicó que la forma más común de incrementar la productividad es incrementar la cantidad de productos y servicios generados con los mismos insumos. Aumentar la eficiencia significa hacer más con menos recursos (p.38). El autor concluyó que existen técnicas para mejorar la productividad que es utilizando los recursos de una mejor manera, incrementando los productos logrados, reduciendo los insumos que intervienen, para la meta trazada.

Una de las herramientas para la productividad es el Lean manufacturing (2017) manifestó el enfoque Lean requiere un cambio cultural en la empresa, en el que todos los empleados se identifiquen con la ideología incorporada y deseen realizar cambios dentro de su ámbito de acción para lograr resultados a largo plazo (p.123). La productividad se utilizan diversas herramientas para mejorar, pero todo esto va tener éxito siempre y cuando todo el organismo este comprometido con la mejora y con el cambio sostenido, con el fin de incrementar la productividad.

Dimensión 1: Rendimiento

Según Aguirre (2017) explicó: “El rendimiento es la medida de cuan bien el departamento, grupo o persona se está desempeñando (al trabajar) en comparación con el estándar de trabajo” (p.21). El autor manifestó es la comparación entre la labor o ejecución de trabajo, el tiempo estimado de trabajo por las horas reales trabajadas.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo Estimado de trabajo}}{\text{Tiempo Neto Trabajado}}$$

Tiempo estimado de trabajo = Tiempo Neto trabajado – retrasos (tiempo de espera)

Tiempo Neto trabajado = Total de horas utilizadas – retrasos (tiempo de espera)

Según Pascual (2015) indicó que cuando el equipo está en uso, la condición del equipo se expresa en términos de disponibilidad, eficiencia operativa (*Performance Efficiency*) y relación de calidad (p.268). El autor comenta las máquinas las horas estándar que deberían estar trabajando por horas trabajadas reales de las máquinas.

$$PE = \frac{\text{Tiempo operativo usable}}{\text{Tiempo Operativo neto}}$$

Amendola (2017) indicó que el cliente busca bajos costos de fabricación, lo que requiere optimizar el uso de bienes o servicios que el cliente paga fuera de su contrato (p.305). En otras palabras, el autor indica que el costo mínimo que demanda una producción mejorando los consumos que el cliente paga por un servicio.

Dimensión 2: Utilización

Aguirre (2017) indicó: “La utilización mide el porcentaje de tiempo trabajado por el departamento, grupo o persona” (p.20). El autor explicó es el tiempo neto especificado por el tiempo total menos las horas de retrasos o esperas entre lo trabajado por el tiempo de horas utilizadas.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo neto Trabajado}}{\text{Tiempo de Horas utilizadas}}$$

Donde:

$$\text{Tiempo de horas utilizadas} = \text{Tiempo neto} + \text{retrasos (tiempo de espera)}$$

$$\text{Tiempo neto trabajado} = \text{Horas planificadas o estimadas} - \text{retrasos (tiempo de espera)}$$

Según pascual (2016) explicó que son aquellos tiempos improductivos por dejar de trabajar en los tres turnos y considera las paradas programadas (p.268). El autor indicó que son las paradas programadas en un determinado tiempo de trabajo entre el tiempo total del trabajo.

$$EU = \frac{\text{Tiempo de los turnos tiempo paradas programadas}}{\text{Tiempo Total}}$$

Amendola (2017) indicó: Mide el tiempo efectivo de operación durante un periodo determinado (p.101). El Autor manifestó que mide el tiempo laborado por un ente en función del tiempo previsto por la empresa.

$$U = \frac{\text{Horas operadas}}{\text{Horas en el periodo}} \times 100$$

Horas en el periodo

Objetivos del Mantenimiento Preventivo, para Raimundo (2016) explicó que con el mantenimiento preventivo se busca lograr los siguientes objetivos:

- Incrementar la disponibilidad del tiempo productivo real.
- Mejorar el tiempo útil de los equipos y su fiabilidad.
- Mejorar la productividad de equipos e instalaciones disminuyendo las emergencias y paradas imprevistas y de tal forma, eludir el lucro cesante.
- Optimizar las existencias de repuestos y suministros generales en el almacén.
- Mejorar la efectividad del servicio que presta el área de M&C. (p. 157)

El autor resumió que el objetivo del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad y fiabilidad de los mismos, además mejora la productividad, disminuyendo las paradas imprevistas que puedan afectar los componentes y al personal.

García (2012) indicó el objetivo es asegurar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los sistemas de producción mediante la implementación de una estrategia de mantenimiento sólida (p.57). Están asociados con las tres ratios importantes: mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad esto se va a dar cuando se planifique un mantenimiento de calidad.

Ventajas del mantenimiento preventivo

Raymundo (2016) indicó que: la experiencia demuestra que, si el mantenimiento preventivo se diseña correctamente tendrá resultados positivos, ya a mediano plazo. Algunas de esas ventajas son:

- Ordena las tareas en base a programas definidos de inspecciones y revisiones
- Ordena los programas de tareas que elabora la oficina de programación
- El personal afectado a este tipo de mantenimiento ordenador de estar atento a los cambios dado que se trata de una forma de ordenamiento muy dinámica.
- En el corto plazo, el mantenimiento preventivo tiende a disminuir: las horas extras, las paradas imprevistas y los tiempos ociosos y las reparaciones repetitivas.

- Permite detectar y estudiar causas de fallas repetitivas, desgastes prematuros, desajustes indebidos, negligencias operativas.

Sobre las desventajas del Mantenimiento Preventivo, Raymundo (2016) indicó:

- Mantenimiento relativamente costoso.
- Sistema requiere para la puesta en marcha del equipo un regular tiempo.
- Los resultados positivos se verifican en el largo plazo. Esto puede desmotivar al personal afectado a estas tareas.

Sobre tipos de mantenimiento Sarmiento (2012) indicó que depende del tipo de intervención y la modalidad en la que se realiza el mantenimiento (p.22).

- Tipo correctivo: son los que se aplican una vez aparecida la falla
- Tipo predictivo: los que tratan de prevenirla antes de su aparición
- Tipo modificarlo: los que tratan de eliminarla

Sobre la clasificación del mantenimiento preventivo, García (2012) manifestó que se divide en dos grupos distintos, uno basado en condiciones mensurables cuando el equipo está en uso y el otro basado en estadísticas y confiabilidad (p.58). Según lo mencionado por el autor, el mantenimiento preventivo se basa en dos condiciones en revisiones visuales y la otra en cuadros estadísticos para tener una mejor información de tal manera que se tenga datos y puedan influir en las mejoras proyectadas por la empresa.

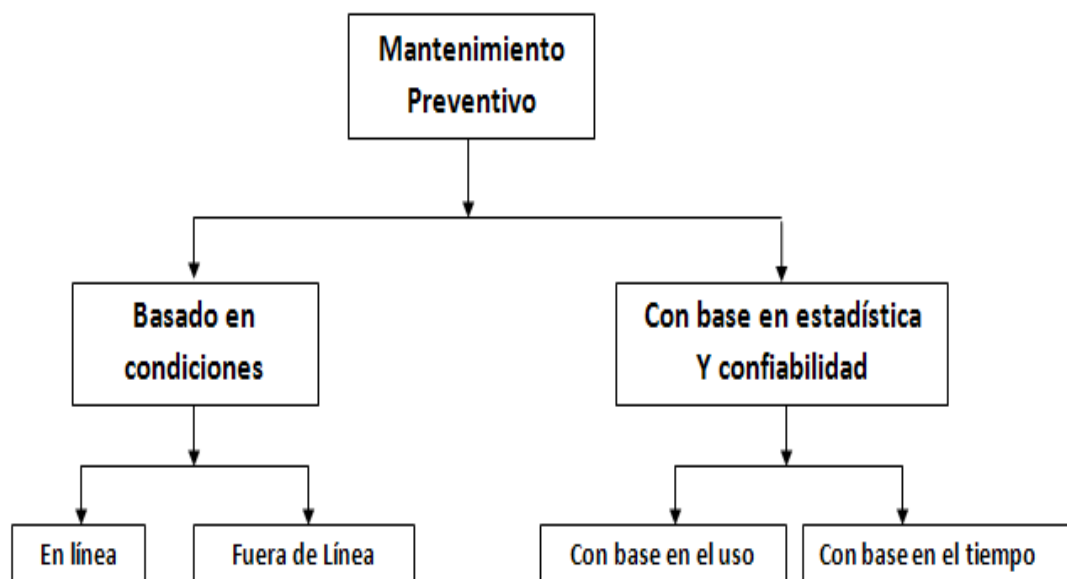


Figura 5. Clasificación del mantenimiento preventivo. Fuente Duffaa, 2002.

Programación anual del mantenimiento preventivo

El autor Hodson (2000) explicó: “Para usar el sistema de mantenimiento preventivo, los supervisores de mantenimiento son responsables de asignar los trabajos de mantenimiento preventivos los obreros, de tal manera que lo terminen de acuerdo a programación” (p. 10.141). El encargado del área es la persona asignada de encomendar las actividades a los obreros, programando el mantenimiento preventivo de acuerdo a cada máquina.

Aplicación de las horas planeadas

Sobre el que Hodson (2000) indicó: “Cada asignación de mantenimiento preventivo tienen un tiempo de terminación proyectado que le asigna el planificador al terminar la descripción del trabajo” Las “horas al año” se fijan a la base después de calcularlas como sigue:

$$\begin{aligned}\text{Horas anuales} &= \text{horas planeadas} \times \text{frecuencia} \\ &= 0.4 \text{ de hora} \times 250 \text{ (diario)} \\ &= 100 \text{ horas}\end{aligned}$$

Según el autor indicó que los trabajos realizados en los mantenimientos preventivos, tiene que tener un plan de trabajo, tener las herramientas, materiales e insumos necesarias para realizar las actividades, tomando en cuenta que tiene su tiempo las actividades a realizar, por lo tanto, el autor nos define una fórmula para determinar las horas al año.

Seguridad

Medrano, Gonzales y Díaz (2018) indicaron que:

El mantenimiento preventivo permite que una organización trabaje en entornos más seguros ya que va a tener comprensión del estado físico y las condiciones operativas. Esto les permite evitar lesiones que a menudo son causadas por daños a los accesorios de los equipos (p. 69)

En otras palabras, cuando a la máquina, se le realiza un adecuado mantenimiento preventivo, se tiene la confianza en la seguridad que te brinda la máquina, esto quiere decir que su probabilidad de accidentes o riesgos será menor.

Mantenimiento

Aguirre (2017) indicó que se refiere a un conjunto de tareas que incluyen determinar y evaluar el estado real de un sistema a través de medios tecnológicos, así como mantener y recuperar la condición ideal (p.11). El autor explicó que el mantenimiento se basa en las acciones conjuntas con el fin de salvaguardar la operatividad de las máquinas con el apoyo de datos técnicos.

Operativo

Ministerio de salud (2015) explicó: “Equipo que se encuentra en funcionamiento y cumple sus parámetros técnicos, estándares y nivel de eficiencia” (p.2). El autor manifestó que la máquina que cumple con las condiciones de operación de trabajo, se le designa con el nombre de operativo.

Inoperativo

Ministerio de salud (2015) explicó: “Equipo sin funcionamiento” (p.2). Son aquellos equipos que no funcionan normalmente, funcionan parcialmente, funcionan con fallas, funcionan sin cumplir sus parámetros técnicos y nivel de eficiencia.

Análisis de fallas

Sarmiento (2012) indicó que, si el equipo está en uso todos los días del año, es posible que presente fallas. El mantenimiento se realizaría en momentos en los que el sistema no esté comprometido con la fabricación, para evitar reducir las horas de producción. (p.40). Las máquinas que entren en mantenimiento, sería ideal realizarlo en horas muertas (feriados, domingos, horas que no se tenga producción), todo esto con el fin de evitar paradas de producción, evitando que la empresa se vea perjudicada, con el tema de producción y costos de mano de obra.

Orden de Trabajo

Aguirre (2017) indicó que la orden de trabajo es un documento tan vital para el progreso del mantenimiento moderno, se debe crear un protocolo simple y sólido para su uso adecuado (p. 32)

En otras palabras, el orden de trabajo es una herramienta muy importante que nos conlleva a mantener las actividades en seguimiento con el fin de realizar un adecuado mantenimiento, colocando los datos concretos para el procedimiento.

Tiempo Muerto

Medrano, Gonzales y Díaz (2018) indicaron:

Equipos quedan fuera de servicio debido a alguna falla; incluso, se puede reducir el tiempo muerto del personal de otros departamentos, esto se logra realizando las actividades de mantenimiento en el horario de comida de los operadores o cuando la producción no se vea afectada por los tiempos de entrega. (p.69)

En otras palabras, el tiempo muerto, se puede reducir, utilizando esas mismas horas, en algo productivo, como, por ejemplo, observación de parámetros de la máquina, actividades simples de mantenimiento, esto generará que la producción mantenga su ritmo.

Vida Útil

Medrano, Gonzales y Díaz (2018) explicaron que los equipos sujetos al mantenimiento preventivo tienden a tener una vida útil mayor a la que tendrían con un sistema de mantenimiento correctivo, ya que sus componentes son remplazados y así las máquinas y equipos se mantienen en óptimas condiciones. (p.70). Indica que la vida útil se ve reflejado en la medida que se aplica el preventivo en las máquinas ya que de esto dependerá que su correcto funcionamiento se alargue más, mientras que, a comparación del mantenimiento correctivo, no asegura que la máquina mantenga la línea de disponibilidad.

Historial

Según Aguirre (2017) explicó que una historia útil debe ser concisa y lo suficientemente precisa como para permitir el estudio de todos los detalles de los índices históricos y evitar el uso de abreviaturas (p.79). Se refiere al historial documentada que va a servir de ayuda, para el técnico y operador, con el fin de tomar buenas decisiones de operación, inspección y mantenimiento de la máquina.

Sistema Computarizado aplicado al mantenimiento

Acerca de este punto Gros (2002) explicó un sistema computarizado ofrece mejoras en su capacidad para realizar un seguimiento de las actividades programadas de PM. Además, la decisión de comprar un sistema computarizado se vuelve mucho más fácil y menos costos (p.3). Contar con un sistema computarizado mejorara en el seguimiento de actividades del mantenimiento preventivo, ya sea en ordenes, costos, stock de repuestos, tiempos y definiciones de cada operación, entonces ampliar un sistema computarizado hace más sencillo las cosas.

Diferencias entre el mantenimiento preventivo y predictivo

Vaída (2017) mencionó:

Radica en la planificación de los periodos de tiempo. El PM toma las indicaciones del fabricante para saber cada que tiempo intervenir el equipo. El PdM considera la condición real del equipo la planificación de mantenimiento y mitigación de impacto de fallas. La figura 6 muestran cómo se comparan los aspectos de mantenimiento en PMy PdM, respectivamente.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
Tipo de Mantenimiento	Actividad de Mantenimiento	Resultado final
Mantenimiento preventivo	Seguimiento de averías del equipo	Genere una orden de trabajo dedicada para cada caída , registre las reparaciones realizadas y los detalles del equipo, y guarde la información para futuras decisiones
	Programacion y gestion del trabajo	organice, programe y asigne recursos, como cuadrillas de reparacion, instalaciones de mantenimiento y equipos de apoyo
	manejo de partes e inventarios	Gestione las piezas en el flujo y los repuestos, y haga que esten disponibles según las necesidades de mantenimiento
	Asignacion de mano de obra	planificar y asignar los trabajadores de mantenimiento necesarios y registrar el personal , las horas de trabajo y las horas extraordinarias por tarea individual
	Constando	calcular el efecto del costo general para tareas individuales o agregadas como resultado de las horas de trabajo y el costo de las piezas

Figura 6. Tipo y actividad del mantenimiento preventivo. Fuente Vaydia (2017)

Indicadores básicos del servicio de mantenimiento

Gonzales (2014) explicó que los tres indicadores básicos mediante los cuales puede estar seguro de que el proceso y el sistema de cálculo de su servicio son inadecuados son: Fiabilidad, disponibilidad y coste (p.54). En otras palabras, son los tres indicadores confiables que se presenta cuando se realiza el mantenimiento preventivo.



Figura 7. Indicadores Básicos del mantenimiento. Fuente Gonzales (2014)

En estos indicadores Básicos no hay discusión, pues independientemente del coste, la medida de los puramente técnicos se basa en el siguiente grafico



Figura 8. Indicadores específicos del mantenimiento

Análisis modo de fallas

Aguirre (2017) explicó: "Las fallas se distinguen en fallas primarias, fallas secundarias las cuales se clasifican en: fallas con causa común, fallas propagadas, fallas por error humano "(p.24).

Fallas primarias

Ocurren en rangos de funcionamiento del rango nominal y son causados por una deficiencia de algún componente. Como por ejemplo en funcionamiento normal, una turbina podría averiarse (p.23). La falla primaria se refleja cuando ocurre en una operación o velocidad que se encuentra dentro de lo nominal. Se puede dar cuando el eje del torno está en pleno funcionamiento a las revoluciones permitidas por la máquina.

Falla Secundarias:

Resultado de causas secundarias en condiciones no nominales de operación, condiciones que causan la falla secundaria: temperaturas anormales, sobrepresión, sobrecarga, velocidad, vibraciones, corriente, contaminación, corrosión. (p.23). Se origina cuando el equipo no está en rango de operación, afectan indirectamente en algún componente de la máquina, en un lapso determinado, además debemos saber que una falla secundaria no siempre conlleva a que se genere otra falla secundaria.

Datos representativos de “Clase Mundial”

Según Aguirre (2017): Mantenimiento preventivo

TIPO DE MUESTRA	REAL	CLASE MUNDIAL
Montaje	29%	53%
Distribucion	56%	54%
Fabrica Grande	29%	51%
Fabrica Pequeña	34%	52%
Proceso	34%	42%
Consultor	25%	44%
Promedio Ponderado	33%	47%

Figura 9. Dato representativo de acuerdo al tipo de mantenimiento

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Sobre tipo de investigación aplicada, Namakforoosh (2005) explicó que al igual que la ciencia pura, la investigación aplicada ayuda a las personas a tomar decisiones y resolver problemas. La ciencia aplicada, por otro lado, se enfoca más en tomar decisiones críticas y de largo plazo (p.44). Identifica la situación problemática y plantea nuevas mejoras a la empresa, en función a teorías ya existentes, además, se encontraron los problemas concretos que se fueron presentándose y todo esto se visualizó en las causas demostrado en la espina de Ishikawa, para realizar la mejora con la finalidad de incrementar la productividad del área de residuos sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue.

Respecto al diseño de la investigación, Bono (2012), indicó que el diseño experimental es más sólido desde el punto de vista metodológico y estadístico. En comparación con otros diseños, el enfoque cuasi-experimental es susceptible sometido a la validez inferencial debido a la necesidad de los objetos de análisis (p.2). El estudio es de tipo cuasi- experimental; a raíz de que existe un antes y un después de la investigación actual, donde interrelacionaremos de manera explícita la variable independiente (mantenimiento preventivo), para describir la conexión sobre la variable dependiente (productividad), en el área de Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos, a raíz de la aplicación de mejoras en el área.

Sobre nivel de investigación Hernández, Fernández y baptista (2014) explicaron que el objetivo de los estudios descriptivos es determinar las características de los objetos de estudio que serán analizados. Recoge datos sobre las definiciones o variables a las que se aplican de forma individual o colectiva (p.92). En este estudio se describió la realidad problemática que se presentó en el hospital, se identificó las causas que originaron el problema, además permitió verificar relaciones y aspectos de los fenómenos que fueron objetos de este estudio.

Además, sobre el nivel explicativo Pino (2018) explicó que los estudios explicativos comienzan con estudios introductorios, ideas o fenómenos y buscan abordar preguntas sobre las causas de los sucesos, eventos y fenómenos físicos o sociales. Están interesados en comprender por qué ocurre un fenómeno y bajo qué circunstancias ocurre (p.33). Es explicativo porque analizar los problemas que

afectan la productividad de una empresa les ayudó a analizar las razones de las causas y efectos del problema, y luego aplicar cierta información de los estudios para mejorar el problema.

Respecto al enfoque de la investigación, Céspedes (2014) indicó que es una técnica de toma de decisiones para indicar, entre un conjunto de alternativas, magnitudes numéricas que pueden manejarse con métodos estadísticos (p.20). La presente investigación es cuantitativa, porque se va a medir cantidades a base de la recolección de datos reales, como información para desarrollar resultados, para probar hipótesis a partir de los programas estadísticos.

Acerca del alcance temporal, Hernández et al. (2014) explicaron que los estudios longitudinales recogen datos en varios momentos para sacar conclusiones sobre la evolución del tema de investigación, así como sus causas y efectos (p.59). Por el periodo de tiempo fue longitudinal, la medición fue de 16 semanas antes y 16 semanas después de aplicar la metodología en el cual se realizó un análisis de las actividades de mejora con el fin de acercarse y conocer más sobre el problema planteado en el Hospital.

3.2. Operacionalización de Variables

Las dos variables con sus respectivas dimensiones derivados de los mismos, que se utilizaron en la presente investigación se detallan en la matriz de operacionalización de variables lo que se muestra en el anexo 1.

Las definiciones operacionales y sus mediciones se mencionan a continuación:

- Variable independiente: Mantenimiento Preventivo
- Variable dependiente: Productividad

Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo

Amendola (2017) mencionó que existen dos clasificaciones: inspección y predicción. La inspección se refiere a la interacción directa del técnico con el equipo en la búsqueda de mantenimiento correctivo. El predictivo es la posibilidad de tener que reemplazar una parte o elemento de la máquina (p.51)

Primera Dimensión: Programa de Mantenimiento preventivo

Según Amendola (2017) explicó: “Mide el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo de los equipos y sistemas en un periodo dado” (p.105). La fórmula para medir el indicador de esta dimensión fue:

$$\% \text{Cumplimiento Mtto Preventivo} = \frac{\text{Mtto Preventivo ejecutadas}}{\text{Mtto Preventivo programadas}} \times 100$$

Segunda dimensión: Tiempo medio entre fallos

Amendola (2017) mencionó que el tiempo probable entre el arranque y la aparición de una falla se indica mediante el tiempo medio entre fallos; es decir, es el tiempo medio transcurrido antes de la llegada del incidente fallido (p.106). El autor, dedujo que está relacionado a la operación continua de la máquina, hasta que aparezca un nuevo fallo.

La fórmula que nos permitió medir el indicador de esta dimensión fue:

$$\text{TMEF} = \frac{\text{Tiempo en que la Planta de Tratamiento opera}}{\text{Frecuencia de Fallas}}$$

Variable Dependiente: Productividad

Aguirre (2017) indicó que productividad compara el desempeño de un área, grupo o individuo con el estándar de trabajo de la organización. El rendimiento por uso también se puede utilizar para medir la productividad o la eficacia (p.20).

Primera dimensión: Rendimiento

Según Aguirre (2017) explicó que rendimiento o desempeño se refiere a qué tan bien un departamento, organización o individuo se desempeña en el trabajo en comparación con el estándar de la empresa (p.21). La fórmula para medir el rendimiento es el siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo Estimado de trabajo}}{\text{Tiempo Neto Trabajado}}$$

Segunda dimensión: Utilización

Aguirre (2017) indicó: “La utilización mide el porcentaje de tiempo trabajado por el departamento, grupo o persona” (p.20).

La fórmula para medir este indicador es el siguiente:

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo neto Trabajado}}{\text{Tiempo de Horas utilizadas}}$$

3.3. Población y muestra

Acerca de población, Santiago (2014) refirió que es la colección de todas las medidas de las variables bajo investigación en cada una de las unidades del universo, o el conjunto de valores que toma cada variable en las unidades que componen el universo (p.182). La presente investigación, tuvo como población las 8 máquinas que están ubicados dentro de la planta de tratamiento de residuos sólidos, sub área de Salud ambiental, donde fueron sometidos a una inspección en un tiempo de 16 semanas antes y 16 semanas después de la aplicación del tratamiento.

Sobre la muestra, Hernández, et al. (2014) enunciaron que la elección de elementos en muestras no probabilísticas se basa en factores distintos del azar, se toma según las condiciones de la investigación o del investigador (p.176). La muestra de esta investigación fue la misma población. Por lo tanto, la investigación, está en función al diseño experimental de tipo cuasi-experimental, el investigador no intervino en la formación de los grupos. Esta muestra es la misma que la población conformada por las 8 máquinas de la planta de tratamiento de residuos.

Además, sobre el muestreo Hernández et al. (2014) explicaron como resultado, el muestreo es un método de análisis científico cuyo propósito principal es decidir qué subconjunto de una población debe probarse para sacar conclusiones sobre esa población (p.214). Esta investigación no presenta muestreo; la muestra es no probabilística por conveniencia. Por consiguiente, el estudio no aplica un tipo de muestreo.

La unidad de análisis, Hernández et al. (2010) refirieron que la “La unidad de análisis está referida al contexto, característica que se desea investigar. Es así como la unidad puede estar dada por una persona, un grupo, un objeto u otro que contengan claramente los eventos a investigar” (p.35). Como unidad de análisis fue la máquina autoclave T1000, porque es el objeto más representativo que se va analizar el comportamiento que presenta, en las paradas imprevistas, y en el correcto funcionamiento.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez (2014) indicaron que las técnicas, métodos y equipos que usaremos para recopilar los datos y el conocimiento que necesitaremos para probar o contrastar nuestras hipótesis de investigación se denominan técnicas e instrumentos de investigación (p. 201).

La presente investigación se utilizó técnicas, como la observación, en donde nos permitió obtener un análisis muy determinante, en función a nuestra investigación, donde en base a los instrumentos utilizados, permitirá que el análisis de estudio sea relevante. Además, Según Ñaupas (2014) indicó que la observación es el proceso mediante el cual existe contacto directo del observador y el sujeto observado. Requiere focalizar la atención en el objeto a estudiar (p.201)

Instrumentos de medición, Bautista (2009) sostuvo que son las herramientas que permiten observar y registrar cualquier información que pueda usarse para examinar, analizar o supervisar algo. Estos instrumentos de recolección se logran con un buen diseño y desarrollo para garantizar que los datos que sean de suficiente calidad. (p.43). La presente investigación tuvo como instrumento las fichas de recolección de datos que ha sido utilizado para recolectar los datos de las 16 semanas antes y 16 después de la investigación. Estos instrumentos se encuentran en los anexos 2,3 y 4.

3.5. Validez de los instrumentos

Según Hernández, Fernández, Baptista (2011) indicaron que se refiere al grado en que un instrumento realmente calcula la variable que pretende medir (p.201). Los autores manifestaron que la validez es el grado donde se mide, todo lo referido al concepto o variable a medir. En la presente investigación se tuvo instrumentos validados que permitieron asegurar la medición del mantenimiento preventivo. Estas validaciones fueron realizadas por el criterio de juicio de expertos. Con el grado académico exigido para tal fin; como se muestra en la tabla 3 donde el resultado por mayoría fue aplicable. Los documentos de validación se muestran en los anexos 25,26 y 27.

Tabla 3. Validez de los instrumentos por Juicio de expertos

Experto	Grado	Resultado
Luz Graciela Sánchez Ramírez	Doctora	Aplicable
Marco Antonio Meza Velásquez	Magister	Aplicable
Romel Darío Bazán Robles	Magister	Aplicable

3.6. Métodos de análisis de datos

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) concluyeron que el análisis de datos evalúa la confiabilidad, validez y objetividad de los instrumentos de medición, así como analiza e interpreta la hipótesis producida por las pruebas estadísticas (p.270). Los métodos, así como los análisis de datos, se obtuvieron haciendo uso de la estadística en sus dos divisiones de mostrar resultados, por una parte, la estadística descriptiva el cual nos mostró resultados de los datos agrupados y por parte la inferencial que permitió comprobar la aceptación o rechazo de las hipótesis.

Estadística descriptiva, Pino (2018) explicó que muestra los resultados luego de recopilar, ordenar, clasificar datos agrupados para luego presentar la información resumida (p.211). El autor manifestó que la estadística descriptiva está basada en distribuir los datos almacenados, para transferirlos en una conversión en modo gráfico o tabla de un editor estadístico. Para el caso también se usó el software spss y el Excel para la presentación de las figuras.

Estadística inferencial, Pino (2018) explicó que es la rama de la estadística encargada de inferir sobre las acciones de una población a partir de una muestra dentro de un margen de error o incertidumbre definido por la teoría de probabilidades (p.212). La presente investigación con la finalidad de la obtención de los resultados y confirmar las hipótesis se empleó el software estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versión 23

3.7. Aspectos éticos

Para esta investigación, se mencionó varios criterios a nivel profesional y ético por lo que la investigación se desarrolló en el área de una entidad estatal, teniendo los permisos obligatorios. Para el cual se presentó una carta al área correspondiente del Hospital Nacional Hipólito Unanue para la autorización del desarrollo de la presente investigación, el cual se muestra en el anexo 36. Con esto se tuvo de manera formal la autorización para la recolección de datos, de esta presente investigación que fue realizado bajo los criterios de veracidad e integridad profesional, demostrando que la información que se muestre en esta tesis es veraz y confiable.

IV. RESULTADOS

Situación actual de la Empresa - generalidades

El Hospital Nacional Hipólito Unanue es un centro hospitalario que atiende a pacientes de Lima Este y Lima Cercado. Brinda atención en diversas especialidades médicas. El centro hospitalario surgió en 1,945 luego de la expropiación del ex fundo “bravo chico”. El 15 de marzo de 1991 mediante R.M. 270-91-SA-DM se le denomina Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Hospital tiene un área construida de 15,161m², cuenta con 653 camas físicas y cuentan con proyectos de inversión para mejorar su infraestructura en un mediano y largo plazo.

Se ubica en la av. César Vallejo 1390, El Agustino, Lima – Perú, se encuentra dentro de la jurisdicción asignada por la dirección de Salud Lima – Este como Hospital de nivel III, cabeza de red de Lima - Este.

Misión: Salvaguardar los riesgos ambientales, comprometerse con los pacientes a una mejora y atención de salud adecuada y de calidad con acceso a todas las personas involucradas que se atienden en la entidad.

Visión: Ser un Complejo Hospitalario Categoría III-1 acreditado, pionero y guía nacional para la atención humanística integral brindada por profesionales altamente capacitados que utilizan tecnología de punta en salud manteniendo altos estándares de calidad.



Figura 10. Mapa de ubicación del Hospital Nacional Hipólito Unanue

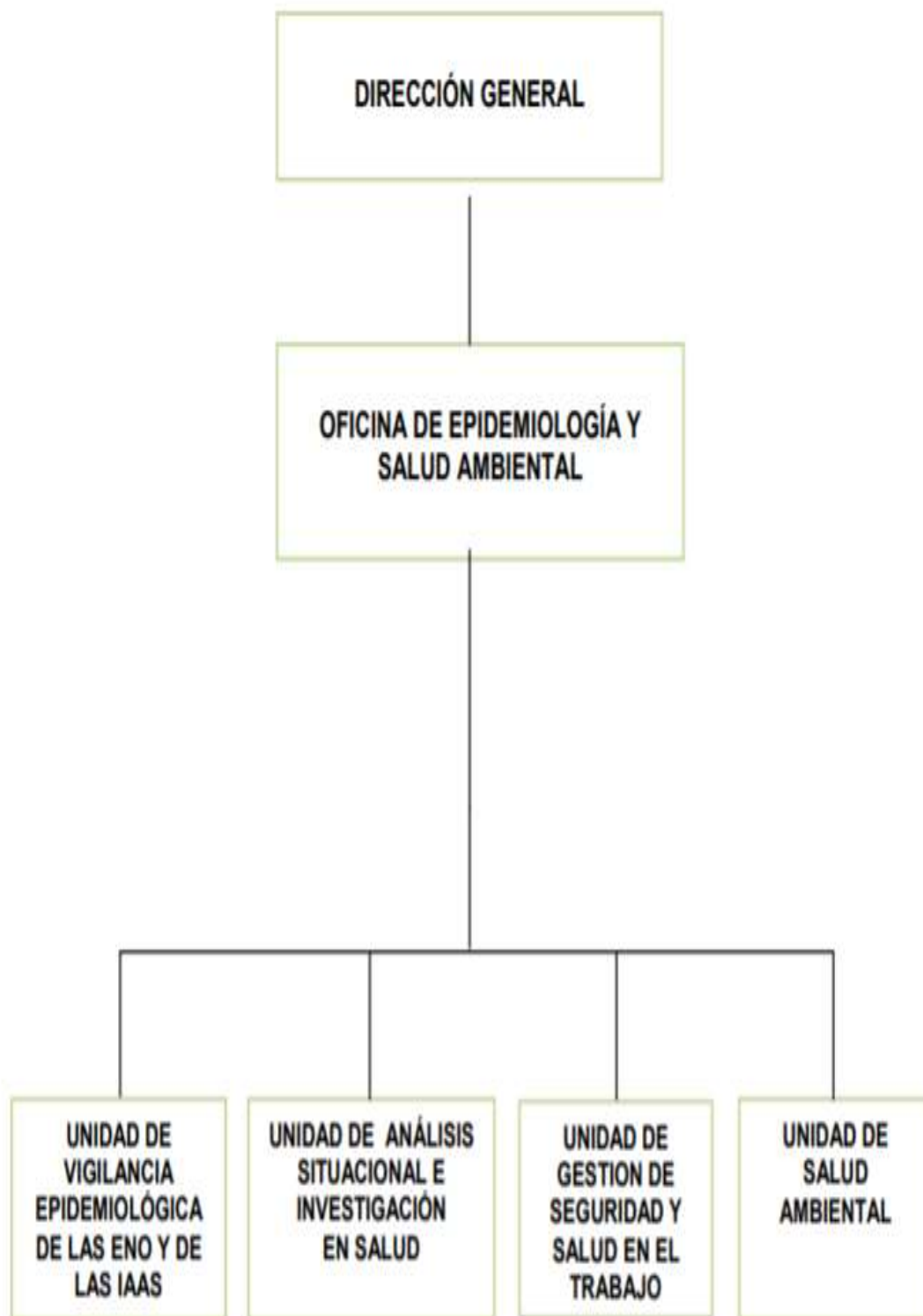


Figura 11. Organigrama Estructural del área de Epidemiología y Salud Ambiental. Fuente MOF (2017)

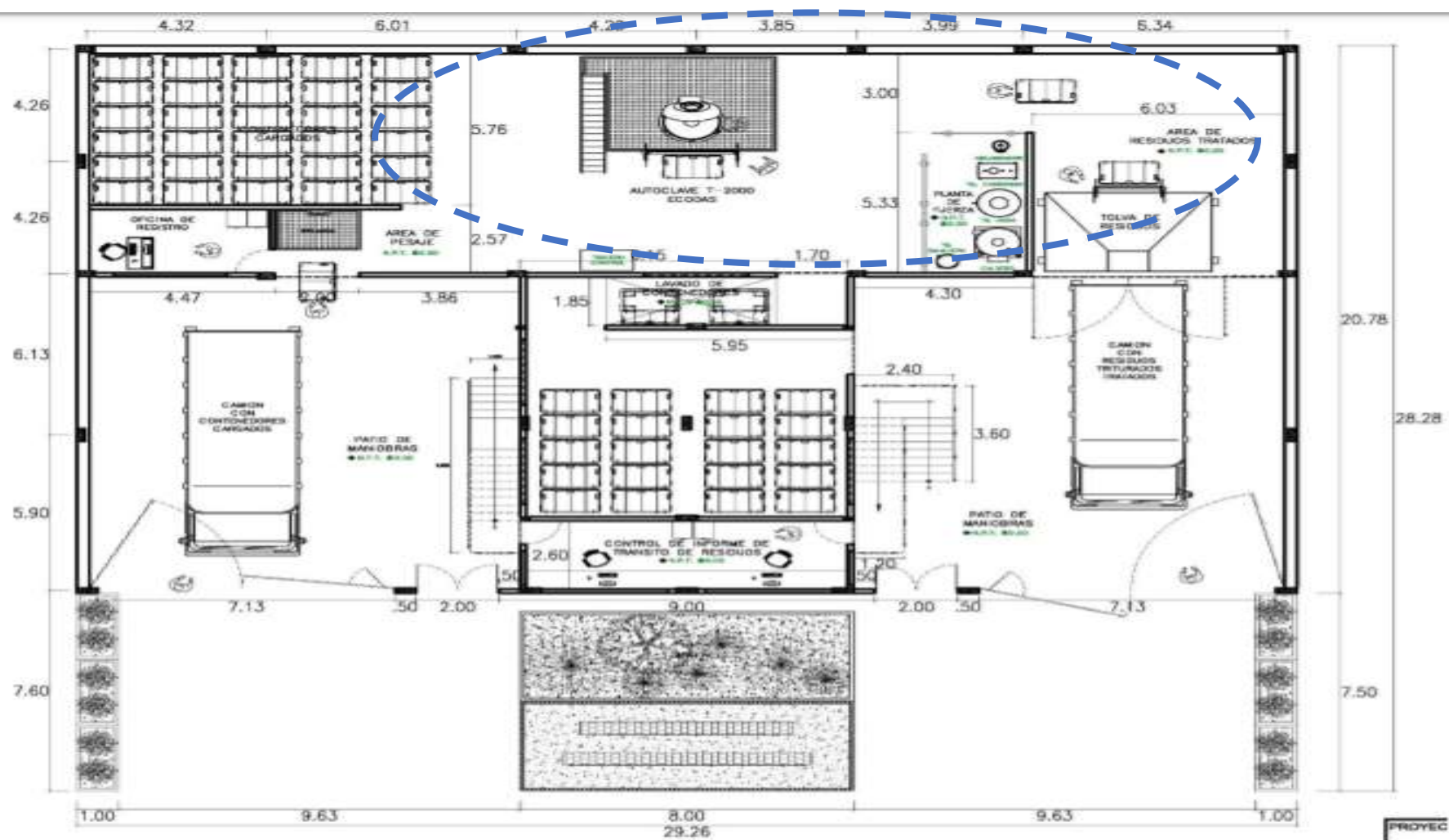


Figura 12. Vista superior de la planta de tratamiento de residuos sólidos

Diagrama de operaciones del Proceso

Formato de Diagrama de Operaciones del Proceso			
Proceso	Mantenimiento correctivo	Fecha	5/10/2018
Departamento	Planta de tratamiento	Hoja Nro:	1 de 1
Elaborado por	Gutierrez Cupe Eddy	Metodo	Actual

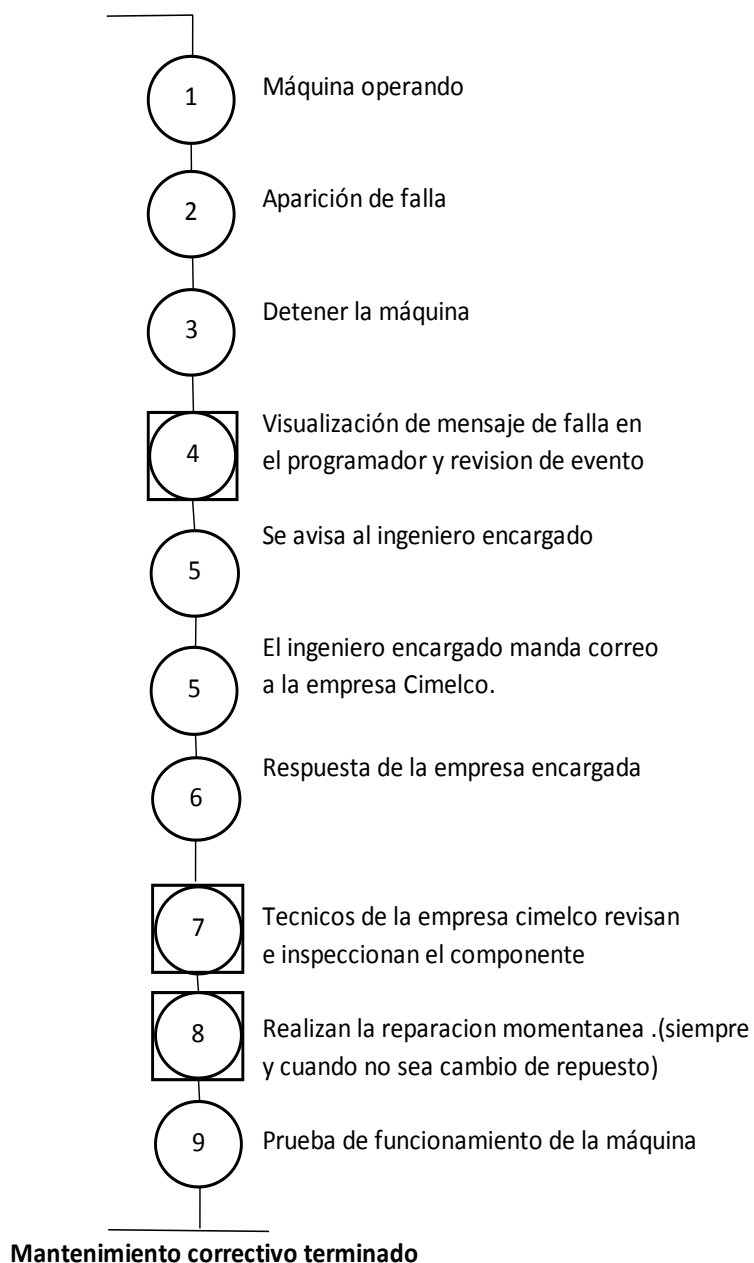


Figura 13. Diagrama DOP del mantenimiento correctivo aplicado a la máquina autoclave.

Descripción Teórica del mantenimiento correctivo

La ejecución del mantenimiento que se aplicaba en el área, eran solo mantenimiento correctivo (urgencias), por lo tanto, se realizó la descripción teórica de cada uno de los pasos del mantenimiento correctivo ya que no contaba con un mantenimiento preventivo establecido para las actividades correspondientes.

Máquina operando: La máquina realizó el proceso de esterilización, cumpliendo con las etapas correspondientes.

Aparición de falla: Suena la alarma de la máquina, manifestando que se ha presentado una avería en la máquina autoclave.

Detener la máquina: Se procede a parar la máquina para continuar y revisar la avería.

Visualización de mensaje de falla en el programador y revisión de evento: Se visualiza la falla y se procede a revisar la falla suscitada en la máquina.

Aviso al ingeniero encargado: Se comunica al ingeniero encargado para que esté al tanto y pueda comunicar a la empresa Cimelco.

Manda correo: El ingeniero comunica a la empresa mediante correo

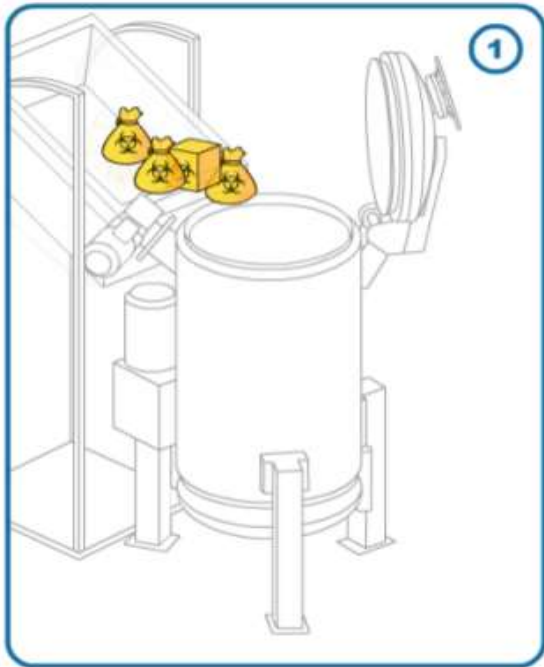
Respuesta de la empresa encargada: La empresa encargada devuelve el correo indicando el momento que va enviar al técnico, por lo general si el correo es enviado en la tarde, recién se procede a realizar la intervención el día siguiente

Técnicos de la empresa revisan: Los técnicos calificados proceden a revisar la avería que ocasiono la parada de la planta de tratamiento.

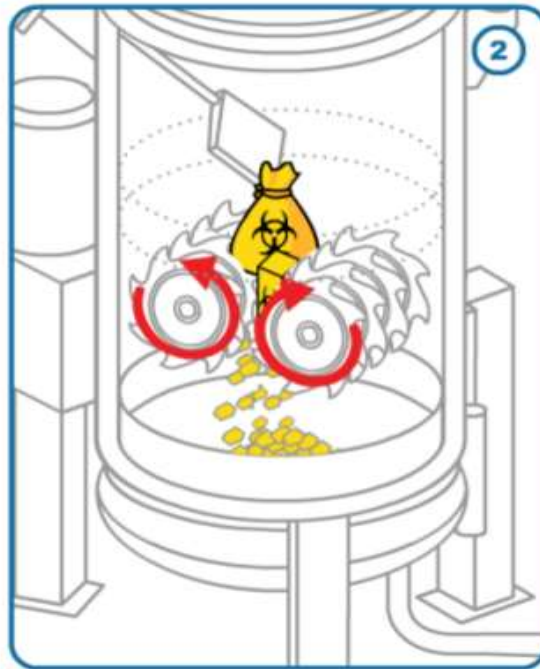
Realizan la reparación momentánea: Proceden a reparar la avería encontrada, dependiendo el tiempo en función a la falla encontrada.

Prueba de funcionamiento de la máquina: Se realiza las pruebas correspondientes para comprobar si se pudo solucionar el problema presentado

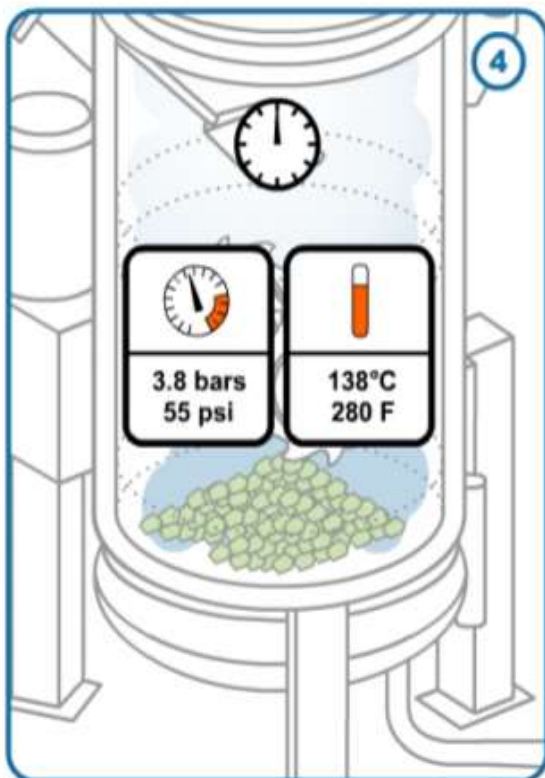
Etapas del proceso de la máquina Autoclave T1000



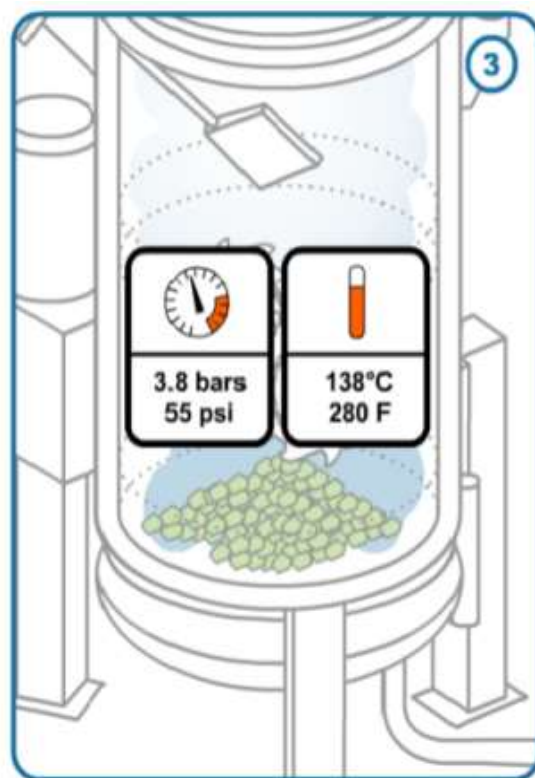
Cargar



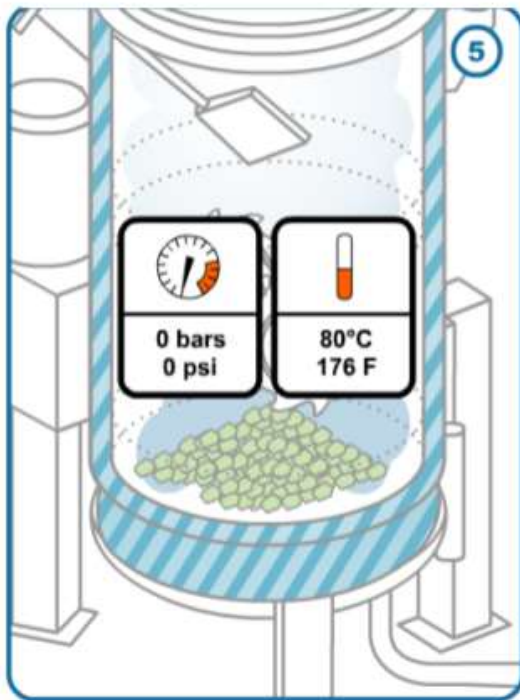
Trituración



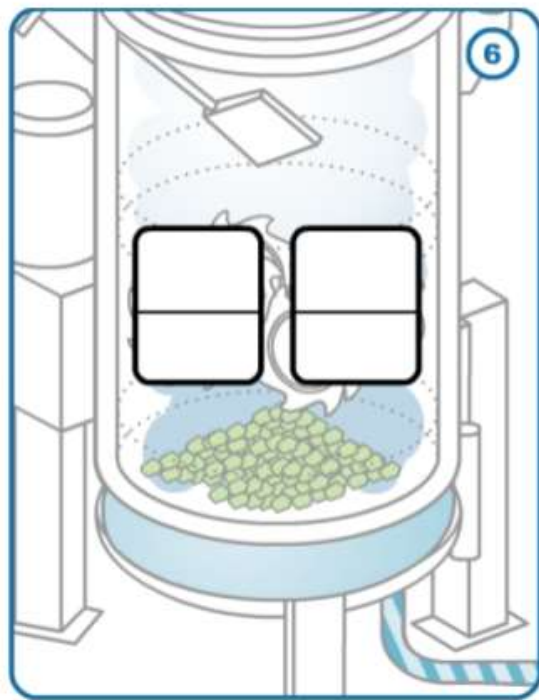
Manteniendo T.



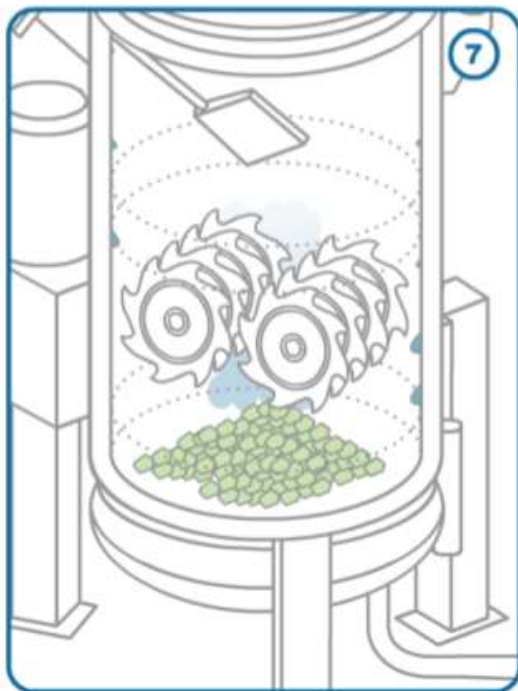
Calentando



Enfriamiento



Drenando



Aspirando



Descargando

Figura 14. Etapas de la máquina principal Autoclave T1000

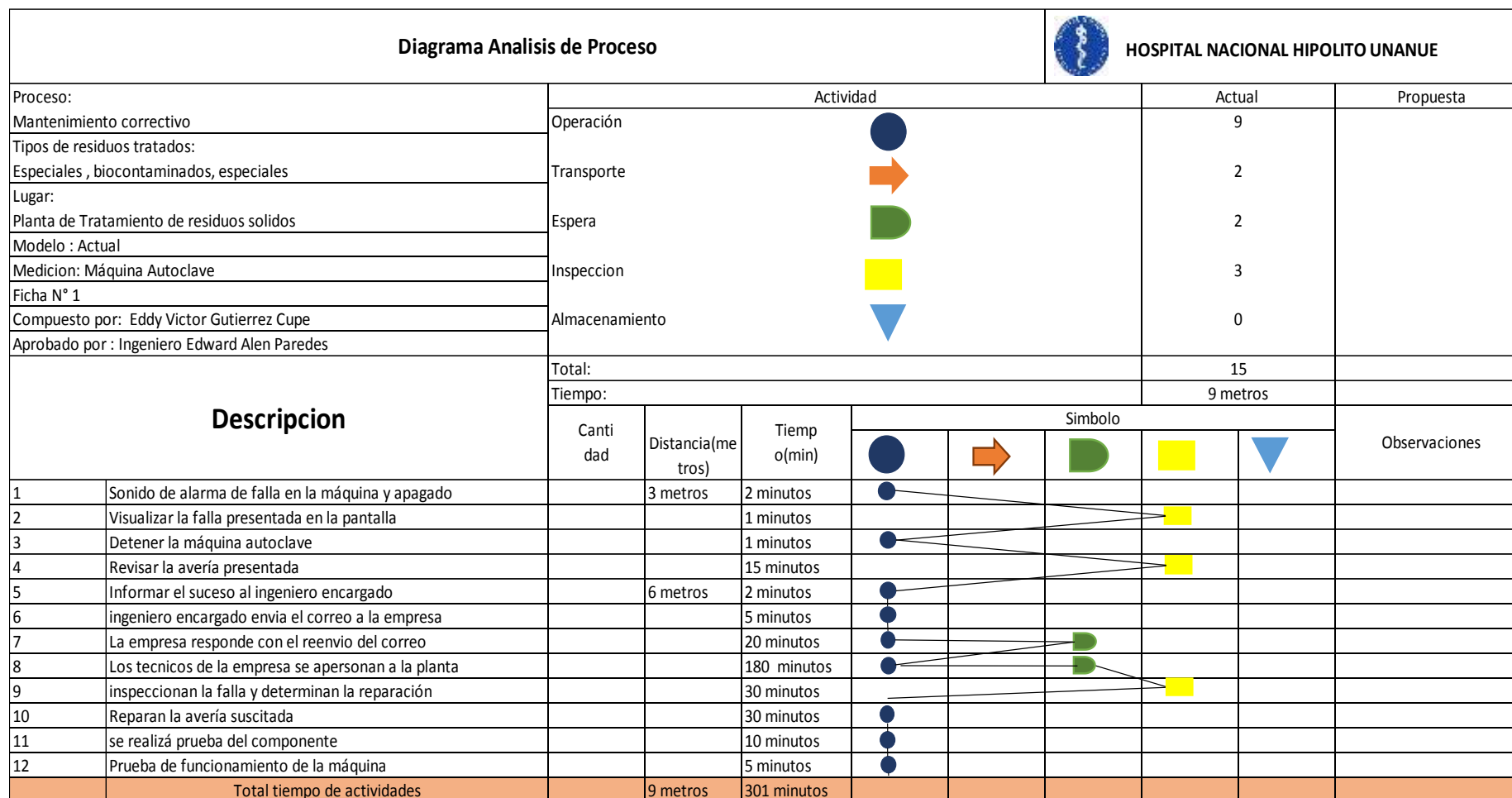


Figura 15. DAP del mantenimiento correctivo aplicado a la máquina autoclave.

[illegible]

Figura 16. Diagrama de actividades del desarrollo de la investigación

Residuos generados por el Hospital Nacional Hipólito Unanue

En la planta ingresan diversos residuos hospitalarios denominados biocontaminados los cuales contienen: baja lenguas, las sondas de aspiración, gasas, jeringas, agujas hipodérmicas, todo contacto con el paciente. Mientras que, en los residuos especiales, son líquidos altamente inflamables, que vienen de laboratorio u otras áreas que trabajen con líquidos. Los punzocortantes son las jeringas que son almacenadas en cajas de plástico. Por lo tanto, todos estos residuos son ingresados a la máquina para su respectivo proceso de esterilización.

Guantes		Esparadrapo	
Bajalengua		Sona Rectal	
Mascarillas		Sonda nasogastrica	
Descartables		Ampollas de vidrio	
Sondas de Aspiracion		Agujas hipodermicas	
Jeringas		Equipo de Venocllisis	
Gasas		Torundas de Algodón	

Figura 17. Residuos Biocontaminados. Fuente: Plan de Manejo de residuos hospitalarios 2017

Actividades Críticas del Proceso de residuos sólidos

Alto índice de fallas mecánicas

La autoclave presentó fallas mecánicas constantemente, obligando a realizar mantenimiento correctivo cada vez que aparecían los imprevisto, esto generaba la paralización total de la máquina autoclave, por lo motivos, que la empresa que realiza el servicio demoraba en atender la solución, además el área de mantenimiento de la institución no contaba con las herramientas, instrumentos e insumos, además de conocimiento necesario para realizarla actividad, desconocimiento de la parte usuaria para intervenir en estos tipos de fallas.

La recolección de datos fue mediante las fichas que se utiliza diariamente en los procesos de tratamiento siendo llenada en la parte inferior la falla detectada y la descripción correspondiente. Se puede visualizar la ficha en el (anexo)

Tabla 4. *Fallas mecánicas de la máquina Autoclave T1000*

Fallas mecanicas de la máquina Autoclave T1000							
N°	Fallas mecanicas	Semana 1					
		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	viernes	Sabado
1	Aflojamiento de base de aro inferior						
2	Aro superior , desnivelado,						
3	Rotura de pemo hexagonal de soporte de coche						
4	Trabamiento de rejilla , de camara inferior						
5	Destemplado de fajas de transmision						
6	Fuga de aceite del reductor de la pala de remoción						
7	Fuga de vapor del empaque del visor						
8	Fuga de vapor del sello de carbon de la trituradora						
9	Falla del sello del jebe de la compuerta inferior						
10	Falla de sello de jebe de las compuerta superior						
11	Falla del mezclador , en la etapa de trituración						

Tabla 5. *Historial de las fallas mecánicas*

Todas las fallas recolectadas en las fichas de datos, se trasladó al Excel, ordenando por cada semana hasta completar as 16 semanas, además se especificó el tipo de falla que aparecía en el proceso de tratamiento.

Fallas mecánicas de la máquina Autoclave T1000																	
N°	Fallas mecánicas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
1	Alojamiento de base de aro inferior	1						1						1			
2	Aro superior, desnivelado,	1		3			2			2							3
3	Rotura de perno hexagonal de soporte de coche							1			2				2		
4	Trabamiento de rejilla, de camara inferior	2		2		2	3			3							2
5	Destemplado de fajas de transmision				2							2		1			
6	Fuga de aceite del reductor de la pala de remoción	1					2		1		1						1
7	Fuga de vapor del empaque del visor		1			1										1	
8	Fuga de vapor del sello de carbon de la trituradora	1				2		2									
9	Falla del sello del jebe de la compuerta inferior	1	2		1		2		1				3		1		
10	Falla de sello de jebe de las compuerta superior	2		2		2	1		1		2		2			3	
11	Falla del mezclador, en la etapa de trituración	1	1	2					1		2	2		4			2
Total		10	4	9	3	7	10	4	4	5	7	4	5	6	3	4	8

Mediano índice de fallas eléctricas

La máquina autoclave presentó muchos problemas eléctricos específicamente en los sensores inductivos que se descalabraban continuamente generando que la máquina autoclave no cumpla con los procedimientos de detección de los componentes, por ejemplo: cierra las compuertas, pero el programador no detecta que están cerrados porque el sensor tiene des calibración, esto ocasionaba que la máquina se detenga, hasta solucionar el inconveniente.

Tabla 6. *Mediano índice de fallas eléctricas de la máquina Autoclave T1000*

Mediano indice de fallas electricas de la máquina Autoclave T1000							
N°	Fallas Electricas	Semana 1					
		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	viernes	Sabado
1	Sensor magnetico del piston de enclavamiento superior						
2	Sensor magnetico del piston del aro superior						
3	Final de carrera superior , no detecta activacion						
4	Sensor magnetico del piston de enclavamiento inferior						
5	Sensor magnetico del piston del aro inferior						
6	Falla de final de carrera de la compuerta inferior						
7	Descalibración del sensor inductivo de parte superior						
8	Descalibración del sensor inductivo de la parte inferior						
9	Falla de sensor de agua de la cubierta parte interna						
10	Falla de contactor del mezclador del tablero electrico						
11	Activación de carga del variador de velocidad triturador						

Tabla 7. *Historial de fallas eléctricas de la máquina autoclave*

Mediano índice de fallas eléctricas de la máquina Autoclave T1000																	
N°	Fallas Eléctricas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
1	Sensor magnético del pistón de enclavamiento superior	1						1		2				1		1	
2	Sensor magnético del pistón del aro superior		1	1			2										1
3	Final de carrera superior, no detecta activación	1		1	1			1			2				2		
4	Sensor magnético del pistón de enclavamiento inferior					1	3			1							2
5	Sensor magnético del pistón del aro inferior	1			1					1		2		1			
6	Falla de final de carrera de la compuerta inferior						1	2	1		1						1
7	Descalibración del sensor inductivo de parte superior		1			1							2			1	
8	Descalibración del sensor inductivo de la parte inferior	1						2		2	1						
9	Falla de sensor de agua de la cubierta parte interna	1	1		1				1				1		1		
10	Falla de contactor del mezclador del tablero eléctrico	1		1		2	1				2		2			3	
11	Activación de carga del variador de velocidad triturador		1	2					1	2				2	2		2
Total		6	4	5	3	4	7	6	3	8	6	2	5	4	5	5	6

Bajo índice de fallas Neumática

La máquina autoclave trabaja con componentes neumáticos, que son los actuadores para realizar la acción de apertura y cierre de las partes móviles de la máquina, siendo el tablero principal neumático el controlador de estos componentes, además que no se tenía lubricador para la unidad de mantenimiento, por ese motivo las electroválvulas neumáticas presentaban fugas , tenían un mayor rozamiento, todo esto dificultaba el procedimiento de trabajo, quedándose la máquina inoperativa, hasta que la empresa tercera pueda realizar la intervención.

Tabla 8. *Fallas neumáticas*

Bajo indice de fallas neumaticas de la máquina Autoclave T1000							
N°	Fallas Neumaicas	Semana 1					
		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	viernes	Sabado
1	Fuga de aire de electrovalvula de compuerta superior						
2	fuga de aire del piston de la compuerta superior						
3	falla de regulación de regulador de la unidad						
4	fuga de manguera de aire de los componentes neumatico						
5	fuga de aire del piston del piston del traps						
6	Silenciador averiado del tablero neumatico						

Tabla 9. *Historial de fallas neumáticas*

Bajo índice de fallas neumáticas de la máquina Autoclave T1000																	
N°	Fallas Neumáticas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
1	Fuga de aire de electroválvula de compuerta superior		1					1		2				1		1	
2	fuga de aire del piston de la compuerta superior	1	1	1		1	2										1
3	falla de regulación de regulador de la unidad			1	1			1			2				2		
4	fuga de manguera de aire de los componentes neumáticos	1				1	3		1	1							2
5	fuga de aire del piston del piston del traps	1	1		1					1		2		1			
6	Silenciador averiado del tablero neumático	1					1	2	1		1						1
Total		4	3	2	2	2	6	4	2	4	3	2	0	2	2	1	4

43

Falla de lubricación (grasa)

La máquina autoclave T1000 en las etapas de trituración y calentamiento requieren de constante lubricación en la caja de las cuchillas teniendo hasta cinco acciones en un lapso de dos minutos que es recogido por un recipiente de 8 kg enviado por una bomba hasta el maníful para ser trasladado al juego de cuchillas que es la parte más importante de la máquina, ya que sin este lubricante se corre el riesgo de que los rodamientos se deterioren rápidamente.

Tabla 10. *Falla de lubricación*

Falla de lubricación en la máquina Autoclave T1000							
N°	Fallas de lubricación	Semana 1					
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado
1	Falla de lubricación						

Tabla 11. *Historial de falla de lubricación*

Falla de lubricación en la máquina Autoclave T1000																	
N°	Fallas de lubricación	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
1	Falla de lubricación	2	1	3	2	1	1	1	2	2	1	3	1	1	0	1	0

Cumplimiento del mantenimiento preventivo

En la etapa pre, de la planta de tratamiento de residuos sólidos no se ha realizado ningún mantenimiento preventivo

Tiempo medio entre fallas

Se realizó la recolección de datos durante las 16 semanas utilizando este formato que esta expresado por el tiempo total de operación y el número de fallas presentado en el proceso, estos datos me permitieron evaluar la cantidad de horas que la máquina se cada inoperativa.

Tabla 12. *Tiempo medio entre fallas*

FORMATO DE INDICE MTBF PRE			
Nombre del investigador	Eddy Víctor Gutierrez Cupe		
Empresa	Hospital Nacional Hipólito Unanue		
Área	Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos		
SEMANA	Horas de Operación (hrs)	Numero total de fallas detectadas	Total (hrs)
Semana 1	42	10	4.20
Semana 2	42	4	10.50
Semana 3	42	9	4.67
Semana 4	42	5	8.40
Semana 5	42	2	21.00
Semana 6	42	6	7.00
Semana 7	42	4	10.50
Semana 8	42	3	14.00
Semana 9	42	2	21.00
Semana 10	42	7	6.00
Semana 11	42	3	14.00
Semana 12	42	4	10.50
Semana 13	42	5	8.40
Semana 14	35	3	11.67
Semana 15	42	4	10.50
Semana 16	42	10	4.20
Promedio			10.41

Utilización

Se utilizó esta ficha de recolección de datos para registrar el tiempo total utilizado, el tiempo neto y las averías o horas esperadas, esto me refleja el porcentaje de cada semana.

Tabla 13. *Medición de índice de Utilización*

FORMATO DE INDICE UTILIZACION PRE				
Nombre del investigador	Eddy Victor Gutierrez Cupe			
Empresa	Hospital Nacional Hipolito Unanue			
Área	Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos			
SEMANA	Tiempo neto del proceso de Tratamiento		Tiempo de horas utilizadas	Total
	Tiempo neto trabajado . (Hrs)	Retrasos (tiempo de esperas)	Tiempo de horas utilizadas	
Semana 1	42	10	42	76.19%
Semana 2	42	15	42	64.29%
Semana 3	42	11	42	73.81%
Semana 4	42	7	42	83.33%
Semana 5	42	14	42	66.67%
Semana 6	42	16	42	61.90%
Semana 7	42	5	42	88.10%
Semana 8	42	20	42	52.38%
Semana 9	42	6	42	85.71%
Semana 10	42	16	42	61.90%
Semana 11	42	9	42	78.57%
Semana 12	42	7	42	83.33%
Semana 13	35	8	35	77.14%
Semana 14	42	10	42	76.19%
Semana 15	42	16	42	61.90%
Semana 16	42	11	42	73.81%
Promedio				72.83%

Rendimiento

Para la recolección de datos se utilizó fichas en las 16 semanas pre, para tener un resultado por porcentaje.

Tabla 14. *Medición del índice de rendimiento*

FORMATO DE INDICE RENDIMIENTO PRE				
Nombre del investigador	Eddy Victor Gutierrez Cupe			
Empresa	Hospital Nacional Hipolito Unanue			
Área	Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos			
SEMANA	Tiempo estimado del proceso de Tratamiento		Tiempo neto trabajado	Total
	Tiempo neto trabajado en el proceso de tratamiento de residuos sólidos. (Hrs)	Retrasos (tiempo de espera) en el proceso de tratamiento	Tiempo neto trabajado	
Semana 1	32	10	32	68.75%
Semana 2	27	15	27	44.44%
Semana 3	31	10	31	67.74%
Semana 4	35	7	35	80.00%
Semana 5	28	14	28	50.00%
Semana 6	26	16	26	38.46%
Semana 7	37	5	37	86.49%
Semana 8	22	20	22	9.09%
Semana 9	36	6	36	83.33%
Semana 10	26	16	26	38.46%
Semana 11	33	9	33	72.73%
Semana 12	35	7	35	80.00%
Semana 13	34	8	34	76.47%
Semana 14	25	10	25	60.00%
Semana 15	26	16	26	38.46%
Semana 16	31	11	31	64.52%
Promedio				59.93%

Tabla 15. *Valores de la Productividad-Pretest*

FORMATO DE INDICE PRODUCTIVIDAD PRE			
Nombre del investigador	Eddy Victor Gutierrez Cupe		
Empresa	Hospital Nacional Hipolito Unanue		
Área	Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos		
SEMANA	RENDIMIENTO	UTILIZACION	PRODUCTIVIDAD
Semana 1	69%	76%	52.25%
Semana 2	44%	64%	28.57%
Semana 3	68%	74%	50.00%
Semana 4	80%	83%	66.67%
Semana 5	50%	67%	33.33%
Semana 6	38%	62%	23.81%
Semana 7	86%	88%	76.19%
Semana 8	9%	52%	4.76%
Semana 9	83%	86%	71.43%
Semana 10	38%	62%	23.81%
Semana 11	73%	79%	57.14%
Semana 12	80%	83%	66.67%
Semana 13	76%	81%	61.90%
Semana 14	60%	71%	42.86%
Semana 15	38%	62%	23.81%
Semana 16	65%	74%	47.62%
Promedio			45.68%

Situación propuesta

La propuesta se realizó por la problemática de baja productividad que se presentó en la Planta de Tratamiento del Hospital Nacional Hipólito Unanue. En este presente estudio se encontró fallas mecánicas, eléctricas, neumáticas y baja lubricación que provocan que las máquinas tengan averías constantemente hasta quedar inoperativas. (Ver anexo 2)

Por lo tanto, a partir de este análisis se propuso la aplicación del mantenimiento preventivo, se adecuó dimensiones adecuadas, ejecuciones de programa de mantenimiento preventivo, medición de paradas, que me permitieron llevar un registró (medición). Finalmente, para llevar a cabo, se necesitó de herramientas, materiales, conocimiento de las máquinas, y la supervisión del jefe encargado de la Planta, determinando que el equipo requiere de un mantenimiento.

Identificación de máquinas electromecánicas

Para las fallas mecánicas se realizó la identificación de las máquinas, realizando la ficha técnica especificando las características que cuenta la máquina para determinar las partes que se va intervenir.

Ficha técnica

Se ha realizado la elaboración de las fichas técnicas de las 08 máquinas electromecánicas, de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos, en la figura 19, detalles de la máquina autoclave T1000, las demás se encuentran en el anexo 26.


Características Generales	Datos Numéricos		Características Operacionales / Consumo / Ciclo	Datos
Tamaño (I X P X A) . Cm	490 x 460 x 640		Duracion media del ciclo. Minutos	35
Peso Total en vacío . Kg	2800		Volumen tratado . Litros	4
Peso máximo, lleno de agua para examen hidraulico decenal Kg.	5000		Densidad media del residuo . Kg/m3	35
Tension Kg. / cm2	2.5		Peso medio tratado . Kg/ciclo	110 - 165
Presion de vapor. Bar	8		Esterilizacion (Reducción)	10 8
Flujo máximo de vapor Kg. /h	370		Reduccion del volumen de los residuos	80%
Aire comprimido. Bar	6		Vapor. kg	20
Electricidad 380 V / Trifasico	20 Kw		Electricidad . Kwh	4
			Agua. Litros	35

Figura 18. Especificación técnica del Autoclave T100

Implementación del programa de mantenimiento preventivo

Se ejecutaron diversas actividades con el fin de planificar el orden de ejecución llevando el control de las partes ejecutadas según lo programado. Se acompañó de una lista de herramientas materiales e insumos para la realización de actividades.

Programa de Mantenimiento

Se realizó 08 programas de mantenimiento preventivo de las máquinas. Dicho programa elaborado se encuentra en el anexo 4.

Para la realización de lista de herramientas materiales e insumos para la ejecución del programa del mantenimiento preventivo se muestra en la tabla 15 y en la figura 24.

Tabla 16. *Herramientas utilizadas en el mantenimiento preventivo*

N°	Descripción	Herramienta /Instrumento /Insumo	Cantidad
1	Juego de dados Rachet mm	Herramienta	1 Und
2	Francesa de 12" y 16"	Herramienta	2 Und
3	Alicate de punta	Herramienta	1 Und
4	Alicate de corte	Herramienta	1 Und
5	Alicate Mecánico	Herramienta	1 Und
6	Martillo de bola	Herramienta	1 Und
7	Francesa de 18"	Herramienta	2 Und
8	Destornillador plano	Herramienta	1 Und
9	Martillo de Goma	Herramienta	1 Und
10	Juego de llaves mixtas mm	Herramienta	17 Und
11	Juego de llaves allen pulgadas	Herramienta	17 und
12	Juego de llaves torx	Herramienta	12 Und
13	Espatula plana	Herramienta	1 Und
14	Lima redonda	Herramienta	1 Und
15	Goma laca	Insumo	1 Und
16	Pinza Amperimétrica	Instrumento	1 Und
17	Brocha de 2"	Herramienta	1 Und
18	Spray Limpia contacto	Insumo	1 Und
19	Aceite 3 en 1	Insumo	1 Und
20	Teflones	Insumo	2 Und
21	Cuchilla de corte	Herramienta	1 Und
22	Cable Nro 14	Insumo	3 m
23	Grasa de temperatura	Insumo	4 Kg
24	Guantes Quirúrgicos	Insumo	5 Und
24	Trapo industrial	Insumo	6 kg

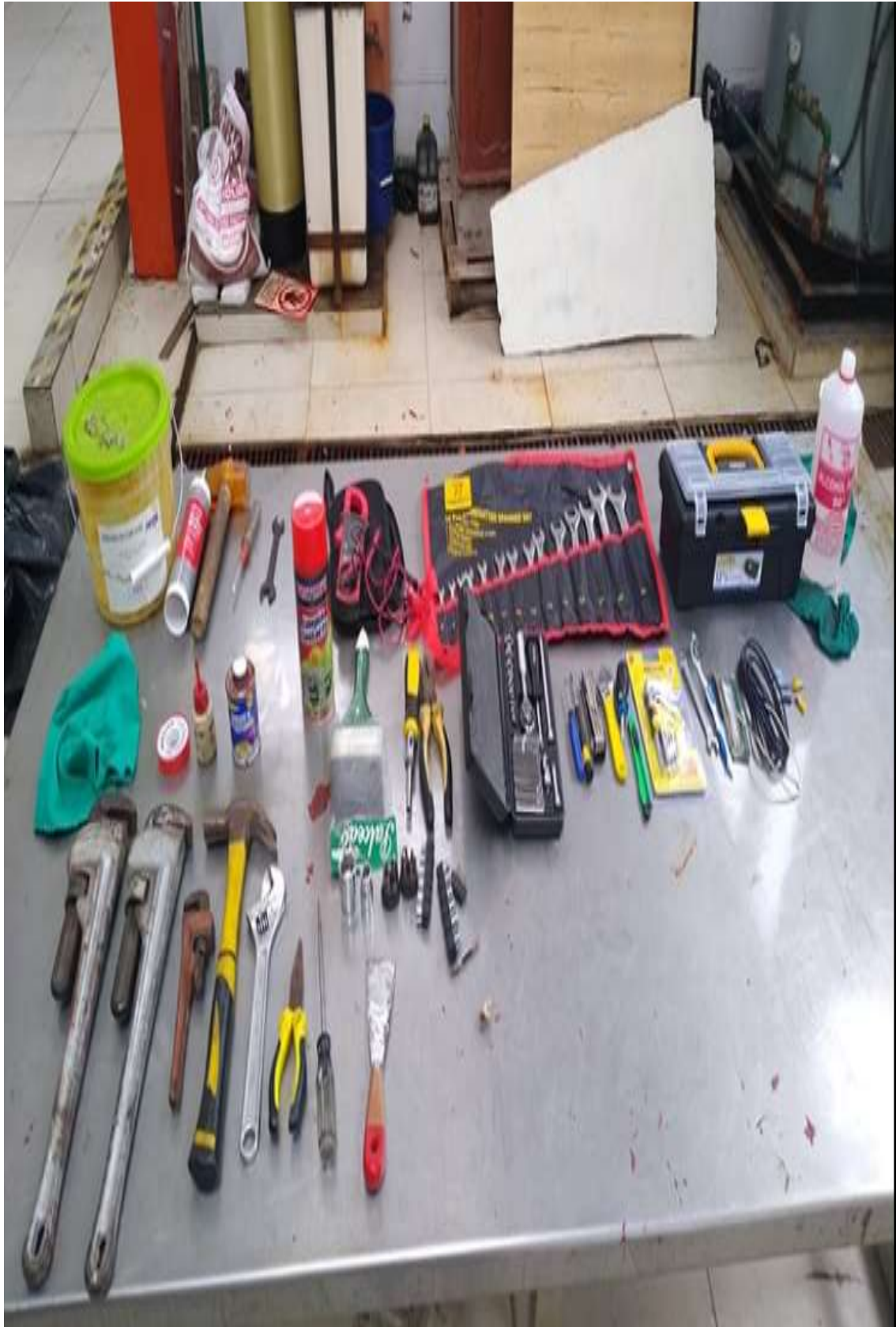


Figura 19. Herramientas utilizadas

Capacitación al personal de la planta de la parte neumática

Se realizó la capacitación en la práctica para reconocer los componentes neumáticos, explicación de funcionamiento de cada uno de los componentes

Tabla 17. *Capacitación de personal*

CAPACITACIÓN				
Fecha:	10 de Febrero	Área	Planta de Tratamiento	
Tema :	Operación y mantenimiento de Autoclave T1000			
N°	Nombre	Cargo	DNI	Firma
1	Curro Perez Miguel Angel	Operador	47939432	
2	Cochaches Aylas Hector	Operador	36566278	
3	Kiota Perez Arturo	Asistente	25725517	

Elaboración de pasos y tiempo para aplicación de grasa en la máquina

Se ha elaborado una secuencia para tener la correcta aplicación de grasa en la máquina autoclave, porque tenemos que recordar que, si la grasa presenta residuos, estos generarían el desgaste prematuro de las partes móviles, por eso se recomienda seguir los pasos indicados, para realizar un eficaz trabajo.

Tabla 18. *Pasos para aplicar grasa*

Aplicación de grasa en la máquina Autoclave T1000		
Paso N°	Descripcion de actividad	Observacion
1	Desenergizar la máquina	
2	Colocar tarjeta de bloqueo en el tablero electrico	
3	Habilitar la grasa , guantes quirurgicos , escalera	
4	Limpiarse las manos y mantener limpio los guantes	
5	Destapar tapa de recipiente de grasa	
6	Aplicación de grasa distribuido en el entorno	
7	Cerrado de tapa principal del recipiente	
8	Prueba manual , revision de manometro	
9	Prueba de funcionamiento	

Informe del mantenimiento preventivo

El informe del mantenimiento preventivo nos permitirá informar al jefe inmediato de las actividades realizadas, observaciones encontradas, pedidos para la continuación de actividades.



INFORME DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A : Ing. Paredes Allen, Edward
Jefe inmediato de la Unidad de Salud Ambiental
De : Tec. Guillermo Cupe, Eddy victor
Asunto: Observación en los trabajos del mantenimiento preventivo
Fecha : El Agustino, 11 de marzo del 2019

Por medio de la presente me presento ante usted saludándolo cordialmente y a la vez informarle de los acontecimientos suscitados durante el mantenimiento preventivo de las 8 máquinas, realizadas en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos durante la semana.

Antecedentes:

- La máquina Autoclave y la compresora se encontraban sacias, bajo nivel de aceite.
- El caldero vertical presentaba una fuga mínima por el visor
- La tolva de almacenamiento, le faltaba calibrar el freno del coche metálico

Procedimientos:

- Se realizó el mantenimiento preventivo en las 8 máquinas: Caldero, compresor, tolva, sistema de vahos, emergencia, poza, ablandador, autoclave, cumpliéndose los programas de mantenimiento preventivo asignados.
- Se aplicó 4 kg de grasa de temperatura en la máquina autoclave, tenía bajo nivel de grasa, además se aplicó aceite en los reductores y también se aplicó en la compresora.
- Se cambió empaquetadura no asbesto del caldero vertical porque presentaba fuga.
- Se reguló freno del motor reductor, utilizando llaves allen, se realizó prueba de funcionamiento.

Observaciones:

- El quemador, del caldero presenta un ruido anormal que proviene del quemador, se recomienda realizar seguimiento.
- La prueba del reactivo de agua blanda del ablandador de agua no se está cumpliendo de acuerdo al cronograma, se recomienda realizar regeneración manual
- Se recomienda cambiar las garruchas del coche metálico de la tolva de almacenamiento, porque se encuentran deterioradas.

Es todo cuanto tengo que informar a usted para los fines que estime conveniente.
Atentamente,

Guillermo cupe Eddy victor
DNI: 46959234

linh@politounzueta.gob.pe

Av. Cesar Vallejo 1390
El Agustino, Lima 01, Perú
Central Telefónica (511) 362-7777
Fax: (511) 362-5700

Figura 20. Informe del Mantenimiento Preventivo Realizado

Diagrama DAP mejorado

Se realizó el diagrama con los procesos de mantenimiento preventivo en la máquina.





















Diagrama Analisis de Proceso													
Proceso:		Actividad				Actual		Propuesta					
Mantenimiento preventivo		Operación				9		12					
Tipos de residuos tratados:													
Especiales , biocontaminados, especiales													
Lugar:													
Planta de Tratamiento de residuos solidos													
Modelo : Actual													
Medicion: Máquina Autoclave		Inspeccion				3		5					
Ficha N° 1													
Compuesto por: Eddy Victor Gutierrez Cupe													
Aprobado por : Ingeniero Edward Alen Paredes													
Total:										15		18	
Tiempo:										301 minutos		125 minutos	
Descripcion		Canti dad	Distancia(me tros)	Tiemp o(min)	Simbolo					Observaciones			
													
1	Registrar la informacion en la ficha técnica			15 minutos									
2	Habilitación de materiales e intrumentos			3 minutos									
3	visualizar la etapa de funcionamiento			15 minutos									
4	Identificar posibles fallas			15 minutos									
5	Detener la máquina autoclave		2 metros	2 minutos									
6	Bloquear tablero de control			5 minutos									
7	Verificar con la pinza amperimetrica voltaje			5 minutos									
8	Inspeccionar los sensores			15 minutos									
9	Limpiar, ajustar , calibrar			20 minutos									
10	Inspeccionar cierre de aro superior e inferior			5 minutos									
11	Inspeccionar temperatura y presion de la maquina			5 minutos									
12	Verificacion de hermeticidad de aire			10 minutos									
13	Activar programa de arranque			5 minutos									
14	Prueba de funcionamiento			5 minutos									
	Total tiempo de actividades		2 metros	125 minutos									

Figura 21. Diagrama actividades del proceso mejorado

Estadística descriptiva - Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo

Dimensión: Programa del Mantenimiento Preventivo

Tabla 19. *Indicador cumplimiento del Mantenimiento Preventivo*

Variable Independiente Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo		
Semana	Cumplimiento de Mantto Pre -Test	Cumplimiento de Mantto Post - Test
1	0%	33.33%
2	0%	33.33%
3	0%	66.67%
4	0%	50.00%
5	0%	66.67%
6	0%	50.00%
7	0%	66.67%
8	0%	50.00%
9	0%	50.00%
10	0%	66.67%
11	0%	66.67%
12	0%	66.67%
13	0%	66.67%
14	0%	66.67%
15	0%	83.33%
16	0%	83.33%
Promedio	0%	60.42%

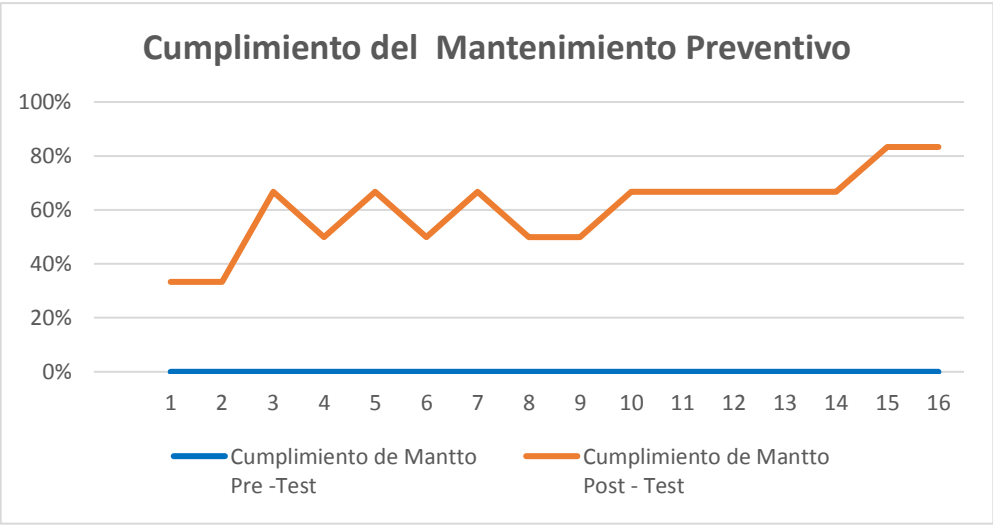


Figura 22. Base de datos del indicador Cumplimiento del Mantenimiento preventivo

Interpretación: En la tabla 18 y la figura 22, el comparativo mostrado, se visualiza con notoriedad la mejora del mantenimiento preventivo en las máquinas, mejorando un promedio de 60% del cumplimiento del mantenimiento preventivo. Respecto al antes y después de la investigación.

Tabla 20. *Indicador Tiempo Medio Entre Fallas*

Variable Independiente MTBF		
Semana	Identificación de MTBF	Identificacion de MTBF
	Pre -Test	Post - Test
1	8.40	10.50
2	7.00	14.00
3	10.50	10.50
4	21.00	14.00
5	10.50	21.00
6	7.00	21.00
7	14.00	42.00
8	14.00	21.00
9	21.00	14.00
10	21.00	21.00
11	14.00	21.00
12	10.50	21.00
13	14.00	21.00
14	8.75	17.50
15	10.50	42.00
16	8.40	42.00
Promedio	12.53	22.09

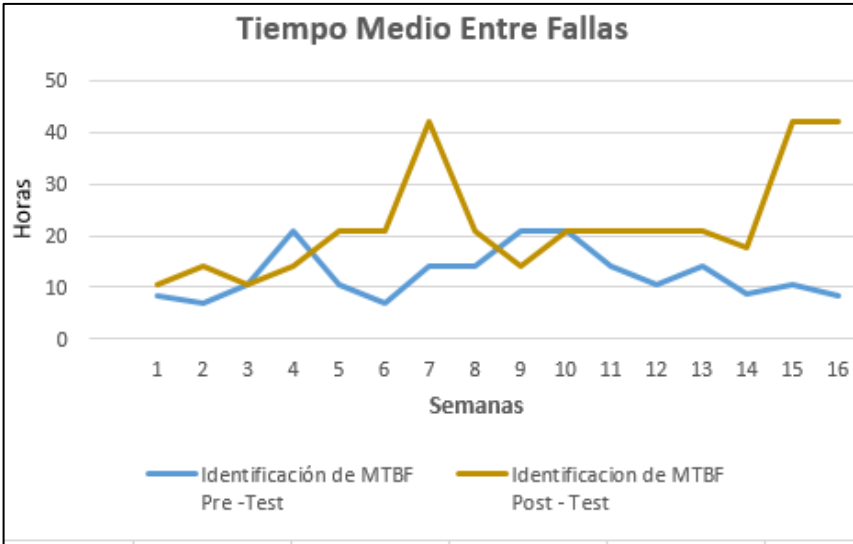


Figura 23. *Tendencia del Indicador Tiempo Medio Entre Fallas*

Interpretación: La tabla 19 y figura 23, el comparativo, se observó que se ha alargado el tiempo de operación entre fallas en un tiempo de 10 horas más en las máquinas en comparación con la medición anterior (pre-test).

Variable Dependiente: Productividad

Tabla 21. *Base de datos del Indicador Rendimiento*

Variable Dependiente Rendimiento		
Semana	Rendimiento Pre -Test	Rendimiento Post - Test
1	68.75%	72.73%
2	44.44%	76.47%
3	67.74%	68.75%
4	80.00%	83.33%
5	50.00%	76.47%
6	38.46%	72.73%
7	86.49%	83.33%
8	9.09%	67.74%
9	83.33%	83.33%
10	38.46%	67.74%
11	72.73%	72.73%
12	80.00%	83.33%
13	76.47%	80.00%
14	60.00%	76.47%
15	38.46%	86.49%
16	64.52%	83.33%
promedio	59.93%	77.19%

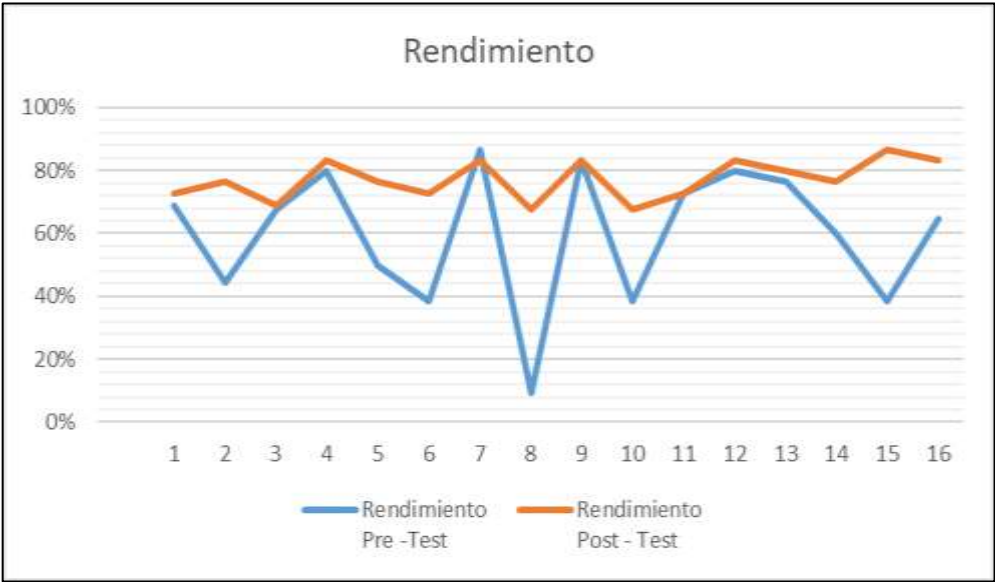


Figura 24. *Tendencia del Indicador Rendimiento*

Interpretación: En la tabla 20 y figura 24, el comparativo, se visualiza la diferencia en rendimiento de la variable dependiente, teniendo como promedio el 17%.

Dimensión: Utilización

Tabla 22. *Base de datos del Indicador Utilización*

Variable Dependiente Utilización		
Semana	Utilización Pre -Test	Utilización Post - Test
1	76.19%	85.71%
2	64.29%	90.48%
3	67.74%	73.81%
4	80.00%	83.33%
5	50.00%	66.67%
6	38.46%	61.90%
7	86.49%	88.10%
8	9.09%	52.38%
9	83.33%	85.71%
10	38.46%	61.90%
11	72.73%	78.57%
12	80.00%	83.33%
13	76.47%	77.14%
14	60.00%	76.19%
15	38.46%	61.90%
16	64.52%	73.81%
Promedio	61.64%	75.06%

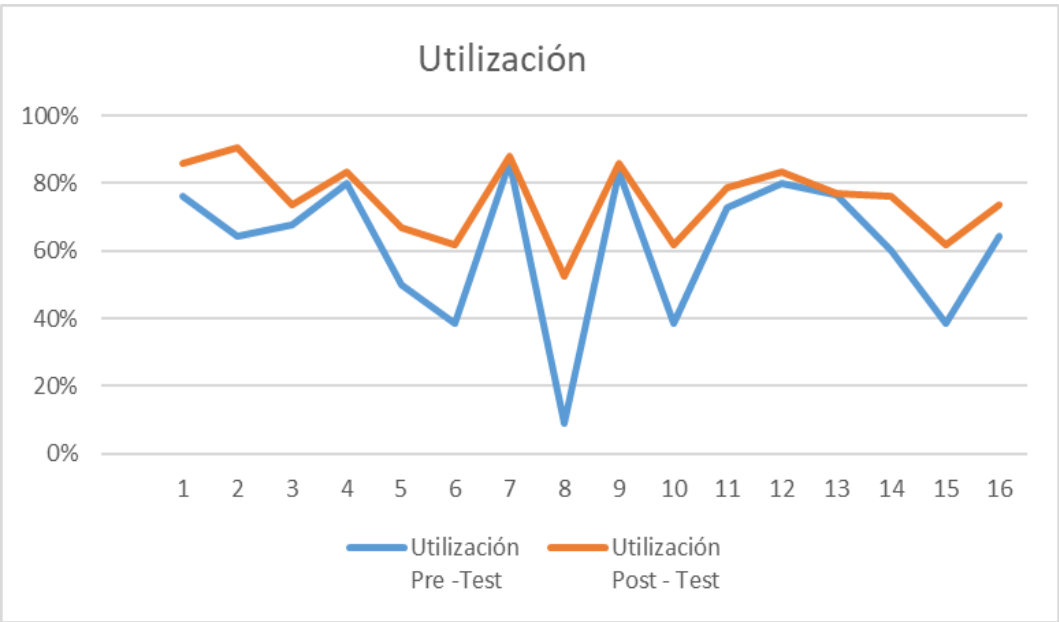


Figura 25. *Tendencia del Indicador Utilización*

Interpretación: En la tabla 22 y figura 25, se observó que mejoró el indicador de utilización de la variable dependiente; que en promedio fue un 13% respecto a la medición del anterior (pre-test).

Tabla 23

Base de datos de la Variable productividad

Variable Dependiente Productividad		
Semana	Productividad Pre -Test	Productividad Post - Test
1	52.25%	62.33%
2	28.57%	69.19%
3	50.00%	58.06%
4	66.67%	59.68%
5	33.33%	71.01%
6	23.81%	60.61%
7	76.19%	71.43%
8	4.76%	58.06%
9	71.43%	73.41%
10	23.81%	61.29%
11	57.14%	60.61%
12	66.67%	71.43%
13	61.90%	68.57%
14	42.86%	65.55%
15	23.81%	78.25%
16	47,62%	73.41%
Promedio	45.55%	66.43%

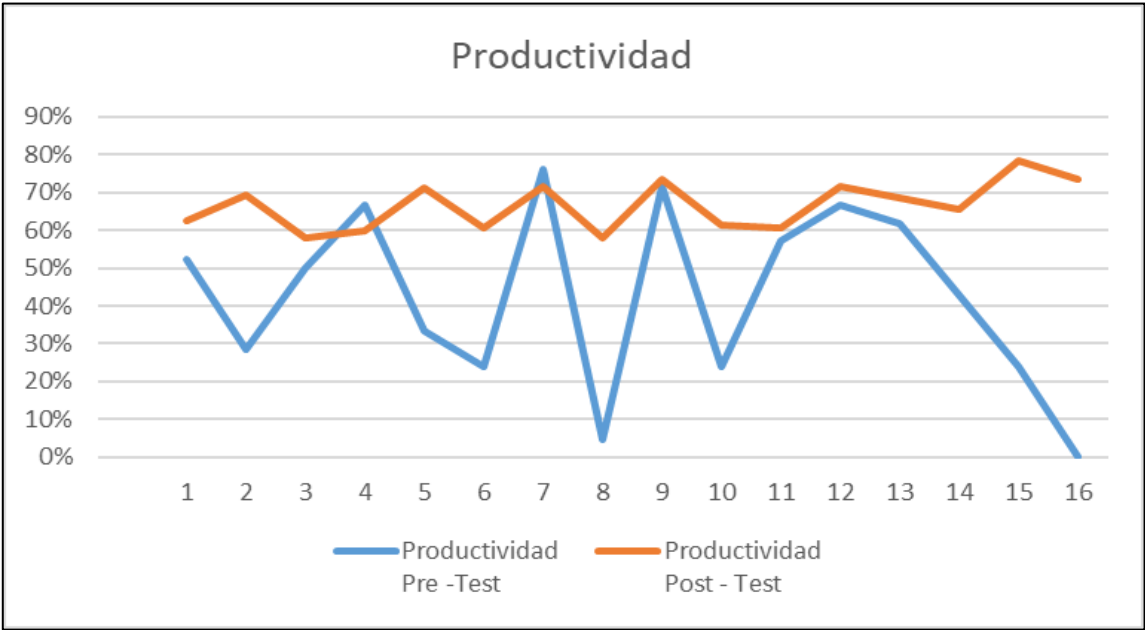


Figura 26. Tendencia de la Variable Productividad

Interpretación: En la tabla 23 y figura 26, se observó una mejora sustancial en la variable dependiente productividad; que en promedio fue un 20%. En comparación con la medición anterior (pre-test).

Estadística inferencial - Pruebas de normalidad

La prueba de normalidad de los datos se procede a seguir los siguientes criterios:

Tabla 23. *Criterio para la toma de estadísticos*

Condición	Estadístico
Datos < 30	Shapiro Wilk
Datos > 30	Kolmogorov

Tabla 24. *Estadígrafos*

	Antes	Después	Conclusión	Estadígrafo
Sig. > 0.05	Si	Si	Paramétrico	T Student
Sig. > 0.05	Si	No	No paramétrico	Wilcoxon
Sig. > 0.05	No	Si	No paramétrico	Wilcoxon
Sig. > 0.05	No	No	No paramétrico	Wilcoxon

Prueba de normalidad de la Variable Dependiente - Productividad

Tabla 25. *Prueba de normalidad de la Productividad*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_Antes	,107	16	,200 [*]	,954	16	,550
Productividad_Después	,176	16	,199	,919	16	,163

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación: En la tabla 25, se visualiza que el antes y después de la productividad es > 0.05 , este valor nos indicó que los datos de la productividad fueron paramétricos. Por consiguiente, se usó la prueba estadística t-Student para la validación de la hipótesis.

Prueba de normalidad de la dimensión: Rendimiento

Tabla 26. *Prueba de normalidad del Rendimiento*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento_Antes	,147	16	,200 [*]	,918	16	,154
Rendimiento_Después	,211	16	,056	,902	16	,087

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación: En la tabla 26, se visualiza el valor del rendimiento de la productividad que el antes fue (0.154) y en el después fue (0.087); estos valores fueron > 0.05 , este valor nos indicó que los datos del rendimiento fueron paramétricos. Por consiguiente, se usó la prueba estadística t-Student para la validación de la hipótesis.

Prueba de normalidad de la dimensión: Utilización

Tabla 27. *Prueba de normalidad de Utilización*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Utilización_Antes	,163	16	,200 [*]	,949	16	,472
Utilización_Después	,270	16	,003	,896	16	,069

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación: En la tabla 27, se visualiza el valor del rendimiento de la utilización que el antes fue (0.472) y en el después fue (0.069); estos valores fueron > 0.05 , esto valor nos indicó que los datos del rendimiento fueron paramétricos. Por consiguiente, se usó la prueba estadística t-Student para la validación de la hipótesis

Validación de la Hipótesis General

Ho: La aplicación del Mantenimiento preventivo mejora significativamente la productividad en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, el Agustino, 2018.

Ha: La aplicación del Mantenimiento preventivo no mejora significativamente la productividad en la planta de tratamiento de residuos sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, el Agustino 2018.

Regla de Decisión:

Ho: $upa \geq upd$

Ha: $upa < upd$

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechazará la hipótesis nula

Si $valor > 0.05$, se aceptará la hipótesis nula

Tabla 28. *Validación de la hipótesis general, en base a las muestras emparejadas*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad_Antes	45,6762	16	20,81291	5,20323
	Productividad_Después	66,4306	16	6,41743	1,60436

Interpretación: En la tabla 28, se demuestra los valores medios de la productividad que fueron: antes (45,67) valor menor que la media de la productividad después que fue (66,43). Este resultado indicó que se dio por aceptado la hipótesis de investigación (H_1), que fue que el mantenimiento preventivo mejoró la productividad en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del centro hospitalario.

Tabla 29. *Prueba T-Student de productividad*

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad_Antes - Productividad_Después	- 20,75 437	20,40035	5,10009	-31,62495	-9,88380	-4,069	15	,001

Interpretación: En la tabla 29, se evidenció el valor sig. de la prueba t-Student que fue aplicada a la productividad en la etapa pre y post que fue de 0.001. Este valor por regla de decisión se rechazó la hipótesis nula y se aceptó que el mantenimiento preventivo mejoró significativamente la productividad en el centro hospitalario.

Validación de la hipótesis específica – Rendimiento

Regla de Decisión

Ho: $\mu_{pa} \geq \mu_{pd}$

Ha: $\mu_{pa} < \mu_{pd}$

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechazara la hipótesis nula

Si $\text{valor} > 0.05$, se aceptará la hipótesis nula

Tabla 30. *Muestras emparejadas del rendimiento*

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Rendimiento Antes - Rendimiento Después	- 17,25188	19,02553	4,75638	-27,38987	-7,11388	-3,627	15	,002

Interpretación: En la tabla 30, se evidenció el valor sig. de la prueba t-Student que fue aplicada al rendimiento en la etapa pre y post que fue de 0.002. Este valor por regla de decisión se rechazó la hipótesis nula y se aceptó que el mantenimiento preventivo mejoró significativamente el rendimiento del área de residuos sólidos del centro hospitalario.

Tabla 31. *Prueba T-Student del rendimiento*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Rendimiento_Antes	59,9338	16	21,54377	5,38594
	Rendimiento_Después	77,1856	16	6,29260	1,57315

Interpretación: La tabla 31, se demuestra los valores medios de la productividad que fueron: antes (59.96) valor menor que la media de la productividad después que fue (77.18). Este resultado indicó que se dio por aceptado la hipótesis de investigación (H_1), que fue que el mantenimiento preventivo mejoró el rendimiento del área de residuos sólidos del centro hospitalario.

Validación de la hipótesis específica – Utilización

Regla de Decisión:

Ho: $upa \geq upd$

Ha: $upa < upd$

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechazara la hipótesis nula

Si valor > 0.05 , se aceptará la hipótesis nula

Tabla 32. *Muestras emparejadas de Utilización*

Estadísticas de muestras emparejadas				
Par 1		Media	N	Desv. Error
		Desviación		promedio
Par 1	Utilización_Antes	72,8263	16	2,56829
	Utilización_Después	87,2019	16	,68385

Interpretación: En la tabla 32, se demuestra los valores medios de la utilización que fueron: antes (72.82) valor menor que la media de la utilización después que fue (87.20). Este resultado indicó que se dio por aceptado la hipótesis de investigación (H_1), que fue que el mantenimiento preventivo mejoró la utilización en el centro hospitalario.

Tabla 33. *Prueba T-Student de la Utilización*

Prueba de muestras emparejadas								
Diferencias emparejadas								
Medi a	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
			Inferior	Superior				
Utilización Antes - Utilización Después	-14,37563	11,34924	2,83731	-20,42321	-8,32804	-5,067	0.0015	

Interpretación: En la tabla 33, se evidenció el valor sig. de la prueba t-Student que fue aplicada a la utilización en la etapa pre y post que fue de 0.0015. Este valor por regla de decisión se rechazó la hipótesis nula y se aceptó que el mantenimiento preventivo mejoró significativamente la utilización del área de residuos sólidos del centro hospitalario.

V. DISCUSIÓN

Primera discusión

En la tabla N° 22 , en la página 106, se deduce que el nivel de promedio de la productividad , a comparación cuando solo se tenía mantenimiento correctivo varió dando un resultado de 45.55 % esto debido a que mis dos indicadores, rendimiento y utilización tenían un promedio bajo , ahora en el nivel de productividad después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo, nos da un resultado de 66.43 % , determinando directamente la mejora de productividad , en función a la aplicación del Mantenimiento Preventivo , por ello el resultado concuerda con la investigación por Flores (2017), en su tesis “Optimización del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017” que se encuentra presente en la investigación y que concluye que la aplicación del Mantenimiento Preventivo, logra incrementar la disponibilidad de la máquina ,logrando una mayor productividad , de manera general , también se mencionará que la teoría mencionada en el libro de Aguirre (2017) , en la cual se justifica el marco teórico que un sistema de MP que responda a las necesidades de sus equipos y que esté respaldado por todas las personas de la planta, producirá los mejores resultados de productividad, que se mantendrán a lo largo del tiempo .

Segunda discusión

De acuerdo con la tabla 20, en la página 104, se puede visualizar que el promedio del rendimiento, antes de la aplicación del Mantenimiento Preventivo, nos arroja un resultado de 59.93 % , siendo menor que el promedio de rendimiento posterior a la aplicación del Mantenimiento Preventivo que nos da como resultado de 77.19 % , determinando una mejora de rendimiento como consecuencia de la aplicación del Mantenimiento Preventivo , este resultado coincide con lo investigado por Díaz (2017) “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación REX S.A” que forma parte de la investigación concluyendo que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora el rendimiento en un 12,32% por otro lado la teoría reflejada en el libro Casinelli, Piñones y Quiroz (2014), lo cual se justifica de manera teórica, de

que el incremento de la eficiencia se refleja en función a la óptima relación de los recursos disponibles, en una organización, logrando así el objetivo propuesto.

Tercera discusión

De acuerdo con la tabla 21, en la página 105, se visualiza que el promedio de utilización, antes de la aplicación del Mantenimiento Preventivo, nos da un resultado de 61.64% siendo menor que la utilización posterior a la aplicación del Mantenimiento Preventivo, puesto que el resultado después de la mejora nos dio 75.06 % determinando de manera general la mejora de utilización, en función a la aplicación del Mantenimiento Preventivo, por ello el resultado concuerda con la investigación “Diseño de sistema de Gestión de Mantenimiento Hospitalario para mejora la vida útil de los equipos en la unidad de Servicios Generales, del Hospital Regional Docente de Cajamarca”. Determinando la utilización y disponibilidad en un lapso de 20 – 25%, en función a la aplicación del mantenimiento, por lo tanto, la presente investigación concuerda con la teoría que se ve reflejada en el libro de Amendola (2017) Mide el tiempo efectivo de operación de un ISED durante un periodo determinado.

Cuarta discusión

Continuando con los puntos de discusión respecto a los resultados obtenidos de los indicadores de la variable dependiente como fue el rendimiento y la utilización, con los cuales permitió medir la productividad en el área de estudio. Pasamos a mostrar los valores tal como se puede ver en la tabla 21, página 66 donde pudo observar las mediciones sucesivas de este indicador a lo largo de la duración del período de medición tanto en el pre y post estudio. Luego de estas mediciones agrupadas se obtuvo el promedio de cada periodo de estudio siendo de la siguiente manera: en la medición inicial se logró un promedio de 59.93% de la capacidad de rendimiento; para después pasar a un promedio de 77.19%; luego de la aplicación del mantenimiento preventivo. También el resultado de la utilización se muestra en la tabla 22 de la página 67, del mismo modo que el indicador del rendimiento se agrupó las mediciones durante el periodo de estudio; lográndose en la primera medición obtener un promedio de 61.64% y en la segunda medición o en la etapa post estudio se logró un 75.06% de capacidad de utilización, evidenciándose un

incremento en ambos indicadores del 17.26% y 20.88% respectivamente. Dichos porcentajes de incremento fueron propicios para la obtención de los objetivos planteados en el inicio de esta investigación. Estos resultados obtenidos tuvieron similitud con los resultados obtenidos en la investigación hechos por Del Rio y Sandoval (2018) donde realizaron un estudio para incrementar la confiabilidad del equipo generador de vapor a través del mantenimiento preventivo. Quienes concluyeron que luego de la implantación del programa propuesto se logró aumentar la confiabilidad del sistema en 6.35%, se demostró que el plan de mantenimiento incrementó el nivel de confiabilidad. Se recalca que estos resultados indicaron que la gestión del mantenimiento productivo generó sus efectos positivos sobre la mejora de la productividad y por ende la satisfacción de los clientes de la empresa en estudio.

Quinta discusión

Por otro lado, fue preciso también mencionar los resultados que se obtuvieron de la variable dependiente, que para este estudio se consideró a la productividad; siendo este el indicador que se pretendió y se logró mejorar, luego de la aplicación durante el periodo de duración del pre estudio; la variable independiente que fue el mantenimiento preventivo, fue aplicado para ver la mejora en el índice de la productividad. Estos valores que fueron obtenidos del indicador productividad se señalan en la tabla 23, de la página 68. Estos valores logrados fueron: en la medición inicial el índice de la productividad fue de 45.55% y en la medición final luego de la aplicación del mantenimiento preventivo pasó a un índice de 66.43%; lográndose un incremento del índice de productividad de un 20.88%. Siendo este resultado muy positivo para poder lograr los objetivos del estudio y dar por aceptado la hipótesis general planteado en este estudio. En particular este valor como resultado obtenido tiene una coincidencia con lo investigado por Marrufo y Cachi (2017) quienes hicieron una investigación para garantizar la disponibilidad y productividad de los equipos biomédicos del área de diagnóstico por imágenes de un Hospital. Los investigadores concluyeron que de una disponibilidad del 63% de los equipos pasó a una disponibilidad es 83% después de implementado el sistema. El crecimiento fue 23% en promedio de los 5 equipos objeto de estudio.

Sexta discusión

Como siguiente punto de discusión fue preciso mencionar el resultado que se obtuvo del indicador mantenimiento preventivo, el cual se muestra en la tabla 19 de la página 64 cuyo valor después de la mejora pasó a un índice de 60.42% bastante mayor y significativo; mostrando un incremento sustancial evidenciándose así una mejora como consecuencia de la aplicación del mantenimiento preventivo. Este resultado coincide con lo investigado por Terreroz (2017) su estudio de tesis cuyo objetivo fue implementar la metodología del balanced scorecard para la mejora productiva del desempeño de los médicos en un hospital. Concluyó el autor en que se mejoró la disponibilidad oportuna de la información y su productividad medida en hora/médico a través de la herramienta BSC. Se alcanzó un 33% para luego pasar a un 58% en el siguiente año; el cual fue validado por los reportes entregados a los órganos de control hospitalario.

Séptima discusión

Como punto último de discusión, respecto a los resultados obtenidos se mencionó a uno de los indicadores de la variable mantenimiento preventivo; como fue el indicador del tiempo medio entre fallos, teniendo en cuenta la teoría indica que se refiere al lapso de tiempo en que se produzca un evento fallido de la máquina. Estos valores mencionados se ven en la tabla 20, página 65 cuyo valor en el antes fue de 12.53% y después de la aplicación de la mejora se obtuvo un 22.09%; con lo cual se pudo lograr una mejora de 9.56% lo cual nos indicó que el tiempo de ocurrencia de fallas de las máquinas fueron mayores en relación a la primera medición. Estos resultados guardan relación con lo obtenido por Sánchez (2016) quien mejoró la productividad de los equipos biomédicos en un centro hospitalario. El autor concluyó que los resultados obtenidos de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejoraron la productividad en un 15% respecto a la medición inicial. Estos resultados positivos también guardan relación con gran parte de la teoría de los diversos autores mencionados en este estudio.

VI.CONCLUSIONES

1. En conclusión, la aplicación del mantenimiento preventivo, incrementa de manera significativa la productividad, de esta manera se resolvió el problema, aceptando la hipótesis, además se logra el objetivo general. En términos cuantitativos en la tabla 22 de la página 106 la productividad el promedio pre test, fue de 45.55% y el promedio en la etapa post, ha sido de 66.43%, visualizando que la mejora fue de 20.88% en promedio.

2. En conclusión, la aplicación del Mantenimiento Preventivo, mejora de manera significativa el rendimiento, por lo tanto, se soluciona el problema de la baja productividad en la planta de tratamiento de residuos sólidos del Hospital Hipólito Unanue, se acepta la hipótesis alterna y se logra el objetivo específico 1. En términos cuantitativos en la tabla 20 de la página 104 el rendimiento el promedio pre test, fue de 59.93% y el promedio en la etapa post, ha sido de 77.19%, visualizando que la mejora fue de 17.26% en promedio.

3. En conclusión, la aplicación del Mantenimiento Preventivo, mejora de manera significativa la utilización, de esta manera se soluciona el problema, se acepta la hipótesis y se logra el objetivo específico 2. En términos cuantitativos en la tabla 21 de la página 105 la utilización, el promedio pre test, fue de 61.64% y el promedio en la etapa post, ha sido de 75.06%, visualizando que la mejora fue de 13.42% en promedio.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la unidad de salud ambiental seguir con la línea de implementación del mantenimiento preventivo, de esta manera se podrá prevenir sobre todo las fallas imprevistas en los equipos, y con ello disminuir el tiempo improductivo que se presentan cuando la máquina queda inoperativa. Además, en esta investigación, se demostró que la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa significativamente la productividad en el Hospital, Nacional Hipólito Unanue, en función a ello, se sugiere lo siguiente, tanto para el Hospital y empresas como a investigación futuras, la aplicación de formato de mantenimiento para ejecutarlos en las máquinas con responsabilidad.
2. Se recomienda realizar inspecciones diarias al equipo crítico que se encuentra propenso a ocurrir paradas y tiempos improductivos, con el objetivo detectar y prevenir las fallas que puedan presentar además el Hospital Nacional Hipólito Unanue, que apueste por la herramienta Mantenimiento Preventivo, puesto que va a seguir mejorando la productividad, en base a las programaciones semanales y diarias.
3. Se sugiere cumplir con el cronograma de mantenimiento, desde el inicio de operación del equipo para mantener los parámetros de control de los equipos y permitirá obtener un mayor rendimiento , de esta manera no sufre cualquier evento que se pueda presentar, también se debe tener comunicación entre las áreas involucradas, de la institución, con el fin de que se tenga el compromiso de ejecutar las acciones planificadas, para el desarrollo y la mejora del trabajo, teniendo como finalidad el crecimiento de la entidad.

REFERENCIAS

- ACEVEDO, J. L., RODRÍGUEZ, C. F., y FLORES, L. M., 2017. *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el generador de vapor del hospital escuela San Juan de Dios de la ciudad de Estelí* [en línea]. Tesis de pregrado. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/6971/>
- AGUIRRE GAMARRA, R., 2017. *Ingeniería del Mantenimiento*. Huancayo, Perú: Aguirre Parra, Ricardo. ISBN 9786120026687.
- AGUIRRE, C., 2017. *Ingeniería del Mantenimiento para la Enseñanza Universitaria*. Junín, Perú: Aguirre Parra, Ricardo. ISBN 9786120026694.
- AGUIRRE, R., 2017. *Ingeniería de Mantenimiento Industrial: Teoría y problemas*. Junín, Perú: Aguirre Parra, Ricardo. ISBN 9786120026670.
- Alva, J. y Juárez, J., 2014. *Relación entre el nivel de Satisfacción Laboral y el nivel de Productividad de los Colaboradores de la Empresa Chimú Agropecuaria S.A del distrito de Trujillo* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/716>
- AMENDOLA, L. J. *Organización y Gestión del Mantenimiento*. 4a. ed. Valencia, España: Editorial Coprint.com. ISBN 9788494389788.
- Arana, L., 2014. *Mejora de Productividad en el Área de Producción de Carteras en una empresa de Accesorios de vestir y artículos de viaje* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres. Disponible en: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1049/1/arana_la.pdf
- ARBAIZA, L.F., 2013. *Como elaborar una tesis de grado*. Lima, Perú: Alfaomega Esan. ISBN 9789587784541.
- ARGUELLES, O., 2012. *Proyectos Seis Sigma*. México. Editorial Reverte. ISBN 9786077815068.
- Arrieta, J. A., 2011. *Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas Centros de Distribución, CEDIS* [en línea]. Tesis de pregrado. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360733610006>
- BAIN, D., 2003. *Productividad*. 2a. ed. México, D. F., México: McGraw-Hill. ISBN 9684516169.
- Barahona, L. y Navarro, J., 2013. *Mejora del Proceso de Galvanizado en una empresa Manufacturera de Alambres de Acero Aplicando la Metodología Lean Six Sigma* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4925>

- Benavides, C.G., 2012. *Calidad y Productividad en el sector Hotelero Andaluz* [en línea]. Tesis de pregrado. Málaga, España: Universidad de Málaga. Disponible en: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/5049>
- CAPELL, J., 2018. ¿Qué debemos tener en cuenta para mejorar la productividad en las empresas? *Capital Humano*, vol. 31, no.33, pp. 38-39. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=129254703&lang=es&site=eds-live>
- CARRASCO, S. 2009. *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. 5ta edición. México D.F.: Editorial McGraw-Hill. ISBN 9789972383441.
- CHIAVENATO, I., 2012. *Introducción a la teoría general de la Administración*. 4a. ed. México: McGraw-Hill. ISBN 9786071509802.
- Delgado, E., 2015. *Propuesta de un Plan para la reducción de la merma utilizando la Metodología Six Sigma en una planta de productos plásticos* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú. Universidad Pontificia Católica del Perú. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6810>
- DEWI, L. T. y ZEBUA, E.S., 2018. Investigation of Lockout/Tag out Procedure Failure In Machine Maintenance Process. *Journal Teknik Industry*, vol.2, no. 20, pp. 135-140. DOI <https://doi.org/10.9744/jti.20.2.135-140>
- DUFFA, S., 2013. *Sistemas de mantenimiento: Planeación y control*. 3a. ed. México: Limusa Wiley. ISBN 9789681859183.
- FUENTES, S., 2012. *Satisfacción Laboral y su influencia en la productividad en la delegación de Recursos Humanos del Organismo Judicial en la ciudad de Quetzaltenango* [en línea]. Tesis de pregrado. Nuevo León, México: Universidad Rafael Landívar. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2012/05/43/Fuentes-Silvia.pdf>
- GARCÍA, A., 2011. *Productividad y reducción de costos: para la pequeña y mediana industria*. 2a. ed. México D.F.: Trillas. ISBN 9786071707338.
- García, O., 2012. *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. ISBN 9789587620511.
- GOLDSBY, T. y MARTICHENKO, R., 2005. *Lean Six Sigma Logistic*. U.S.A.: J. Ross. Publishing. ISBN 1932159363.
- GÓMEZ, F., TEJERO, M. y VILAR, J.F., 2003. *Seis Sigma*. 2a. ed. España: Fundación CONFEMETAL. ISBN 9788495428882.

- GONZÁLES, F.J., 2014. *Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión*. 2a. ed. Bogotá, Colombia: FC Editorial. ISBN: 978-958-762-180-8
- GONZALES, R. 2012. *Gestión de la producción: como planificar y controlar la producción industrial*. Bogotá, Colombia: Editorial ideaspropias. ISBN 9789588675008.
- GONZALES, R. H., 2016. *Mantenimiento industrial: Organización, gestión y control*. Buenos Aires, Argentina: Mantenimiento Industrial. ISBN 9789505532704.
- GROSS, J.M., 2002. *Fundamentals of preventive maintenance*. USA: AMACOM/American Management Association International. ISBN s.n.
- GUTIÉRREZ PULIDO, H., 2014. *Calidad total y productividad*. 4a. ed. Ciudad de México: McGraw-Hill /Interamericana Editores s.a. de C.V. ISBN 9786071503152.
- GUTIÉRREZ, H. y DE LA VARA, R., 2013. *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. 3a. ed. México: McGraw-Hill Interamericana. ISBN 9781615021789.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2010. *Metodología de la Investigación*. 5a. ed. México D.F.: McGraw-Hill /Interamericana. ISBN 9701057538.
- HERNÁNDEZ, S., 2011. *Introducción a la Administración. Teoría general administrativa, origen evolución y vanguardia*. 5a. ed. España: McGraw-Hill. ISBN 9786071506177.
- HERRERA, R. y FONTALVO, F. 2011. *Seis Sigma Métodos Estadísticos y sus Aplicaciones*. Bogotá, Colombia: Eumed. ISBN 9788469427576.
- HODSON, W., 1996. *Manual del ingeniero industrial*. España. ISBN 9701011961.
- IGLESIAS, M., CARRERAS, I. y SUREDA, M., 2014. *Eficiencia para el impacto social*. Lima, Perú: Programa Esade Pwc. ISBN s.n.
- MARTÍNEZ, G. 2007. *Organización y Gestión de proyectos y obras*. España: McGraw-Hill Interamericana de España S.L. ISBN 9788448156411.
- MEDIANERO, D., 2016, *Medición del estudio de trabajo*. Lima, Perú: Editorial Universidad Nacional de San Marcos. ISBN 9786123044152
- MINISTERIO DE SALUD, 2015. *Guía técnica para el Mantenimiento Preventivo de Esterilizadores a Vapor*. Lima, Perú: Archivos e información Minsa. ISBN s.n.
- MOYANO, J., SACRISTÁN, M. y GARRIDO, P., 2010. *Lean Production y gestión de la cadena de suministro*. España: Editorial Aranzadi S.A. ISBN 9788499035048.
- ÑAUPAS, H., MEJÍA, E., NOVOA, E. y VILLAGÓMEZ, A., 2014. *Metodología de la investigación: Cuantitativa, Cualitativa y Redacción de la Tesis*. 4a. ed. Bogotá: Ediciones de la U. ISBN 9789587621884.

- OLIVA, Á., 2013. *Proyecto de Reducción de Costos Mediante el Seis Sigma y su Impacto Financiero* [en línea]. Tesis de pregrado. México: Universidad Autónoma de Querétaro. Disponible en: http://eprints.uanl.mx/12619/1/12.24%20Art3_pp207_235.pdf
- PARRALES, V. y TAMAYO, J., 2012. *Diseño de un Modelo de Gestión Estratégica para el mejoramiento de la productividad y calidad aplicado a una planta procesadora de alimentos balanceados* [en línea]. Tesis de pregrado. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24849>
- PÉREZ, H., 2016. *El impacto de Lean Six Sigma en organizaciones latinoamericanas y sus factores críticos de éxito* [en línea]. Tesis de doctorado. México: Universidad Antropológica de Guadalajara. Disponible en: <https://rei.iteso.mx/handle/11117/3873>
- PINO, R., 2018. *Metodología de la investigación*. 2a. ed. Lima, Perú: Editorial San Marcos. ISBN 9786123155193.
- QUEZADA, N., 2012. *Estadística con SPSS 20*. Lima, Perú: Empresa Editora Macro EIRL. ISBN 9786123040468.
- QUEZADA, N., 2017. *Estadística con SPSS 24*. Lima, Perú: Empresa Editora Macro EIRL. ISBN 9786123045487
- RAMÍREZ, C., 2015. *Administración: Teorías y Enfoques*. Lima, Perú: Empresa Editora Macro EIRL. ISBN 9789586486385.
- RAMOS, L., 2016. *Manual para la elaboración de tesis*. Lima, Perú: Grupo Editorial Lex & Iuris SAC. ISBN 9786124334153.
- RAUF, D., 2020. Careers in Machine Maintenance. *New York: Rosen Young Adult*, vol. 5, no. 10, pp. 175-185. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=2173146&lang=es&site=eds-live>
- SOCCONINI, L., 2017. Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, pp. 116-124. ISSN 22543376. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.116-124>
- VALDERREY, S., 2011. *Seis Sigma: fundamentos, fases y herramientas*. Bogotá, Colombia. Ediciones de la U. ISBN 9789588675732.
- VELASCO, S., 2010. *Organización de la producción: Distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos. Teoría y práctica*. 2a. ed. España: Ediciones Pirámide. ISBN 9788436823615.
- VELÁZQUEZ, G., 2013. *Administración de los sistemas de producción*. México: Editorial Limusa S.A. De C.V. ISBN 9789681864910.

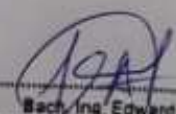
ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la Planta de Tratamiento de Residuos Solidos en el Hospital Nacional Hipolito Unanue , el Agustino 2018									
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Mantenimiento Preventivo	El mantenimiento preventivo se ha dividido en dos cualidades: por inspeccion y por prediccion, por inspeccion se entiende el contacto directo del tecnico con la máquina en busca de la necesidad del mantenimiento correctivo. La prediccion es la aplicación de las tecnicas de probabilidades y estadisticas en la determinacion de la necesidad de cambio de una pieza o elemento de la maquina .(p.51)	El mantenimiento preventivo nos permite preveer fallas futuras que puedan perjudicar el funcionamiento de la maquina o proceso.	Programa de Mantenimiento preventivo	Programacion	Razon	Observación	Recoleccion de datos	Máquinas	$\% \text{cumplim. Mtto. Preventivo} = \frac{\text{Mtto. Prevent, ejecutadas}}{\text{Mtto. Prevent. Programadas}} \times 100$ M.P.E = Intervenciones realizadas en los equipos de tratamiento semanal M.P.P = Frecuencia de las programaciones de la intervencion semanal
			Tiempo medio entre fallos	Tiempo	Razon	Observación	Recoleccion de datos	Máquinas	$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de operacion de la planta}}{\text{Frecuencia de fallas en los equipos de tratamiento}}$ Unidades = Tiempo de operacion de la planta de tratamiento en horas Frecuencia = Cantidad de fallas en la planta de tratamiento
			Rendimiento	Indicador de Rendimiento	Razon	Observación	Recoleccion de datos	Máquinas	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo estimado del proceso de tratamiento}}{\text{Tiempo neto trabajado en el proceso de Tratamiento}}$ Tiempó estimado de trabajo = Horas planificadas y estimadas Tiempo neto trabajado = Total de horas utilizadas - retrasos (tiempo de espera)
			Utilizacion	indicador Utilizacion	Razon	Observación	Recoleccion de datos	Máquinas	$\text{Utilizacion} = \frac{\text{Tiempo neto trabajado en el proceso de tratamiento}}{\text{Tiempo de horas utilizadas en el proceso de tratamiento}}$ Tiempo Neto = Horas planificadas o estimadas - retrasos (tiempo de espera) Tiempo de horas utilizadas = Total de horas utilizadas en el proceso de tratamiento

Anexo 2. Instrumentos de Recolección para el indicador Productividad

Variable Dependiente Productividad		
Semana	Productividad Pre - Test	Productividad Post - Test
1	52.25%	62.33%
2	28.57%	69.19%
3	50.00%	58.06%
4	66.67%	59.68%
5	33.33%	71.01%
6	23.81%	60.61%
7	76.19%	71.43%
8	4.76%	58.06%
9	71.43%	73.41%
10	23.81%	61.29%
11	57.14%	60.61%
12	66.67%	71.43%
13	61.90%	68.57%
14	42.86%	65.55%
15	23.81%	78.25%
16	47,62%	73.41%
Promedio	45.55%	66.43%


Bach. Ing. Edward Allen Pardean
Encargado de la Unidad de Salud Ambiental
OESA Hospital Nacional Héroles Urdaneta

Anexo 3. Instrumento para el programa de mantenimiento preventivo de autoclave T1000



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO :	Compresora de pistones	CAPACIDAD :	1000 l
MARCA :	Cimelco	MODELO :	Ab/200
SERIE :	S/N	FECHA :	Feb-19
TEC. RESPONSABLE :	Eddy Gutierrez Cupe	UBICACIÓN:	P.T.R.S
ENCARGADO DEL ÁREA:	Ing. Edward Alen Paredes	UNIDAD	Salud Ambiental

N°	DESCRIPCIÓN / ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIÓN
		Si	No	
1	SISTEMA DE TRANSMISION			
1.1	Verificacion y templado de fajas en v			
1.2	Reajuste de prisioneros de poleas de transmision			
1.3	Reajuste de pernos de la guarda de transmisión			
2	CABEZAL DE COMPRESOR			
2.1	Verificacion de conexiones de fugas de aceite , reajuste de conectores			
2.2	Verificación de nivel de aceite			
3	CONTACTOS ELECTRICOS			
3.1	Limpieza y reajuste de contactos eletricos, contactor, relé termico , lampara , selector			
3.2	Limpieza y verificación de presostato			
4	SISTEMA MECÁNICO			
4.1	Verificacion de ventilador de motor electrico , sonido de rodamientos , reajuste de borneras			
4.2	Verificacion de valvula de bola de purgador principal del tanque de almacenamiento			
4.3	Verificacion de valvula de bola de purgador principal del tanque de almacenamiento			

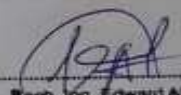
Anexo 4. Instrumento de recolección del programa de mantenimiento del Autoclave T1000

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
EQUIPO		Autoclave	CAPACIDAD	1000 l
MARCA		Enolas	MODELO	T1000
SERIE		111000023	FECHA	05-10
TÉC. RESPONSABLE		Eddy Gutierrez Cope	UBICACIÓN	P.T.R.S.
ENCARGADO DEL ÁREA		Ing. Edwin Alan Paredes	UNIDAD	Salud Ambiental
N°	DESCRIPCIÓN / ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIÓN
		Si	No	
1	COMPUERTA SUPERIOR	✓		HABIA RESIDUOS PEGADOS AL JEBE
1.1	Revisión y limpieza de jete empaquetadura, limpieza de borde compuerta	✓		
1.2	Calibración de cierre de Air superior, regulando los tres soportes	✓		
2	COMPONENTES NEUMATICOS	✓		BAJO NIVEL DE ACEITOS EN LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO
2.1	Limpieza y verificación de fuga de aire de pistones de doble efecto	✓		
2.2	Limpieza y verificación de la unidad de mantenimiento	✓		
2.3	Limpieza de electroválvulas monostables y bistables	✓		
2.4	Verificación de sensores magnéticos y sensor inductivo	✓		
3	TABLEROS ELECTRICOS	✓		PRESENCIA DE RESIDUOS DE ACEITE
3.1	Aplicación de Spray limpia contacto en todos los componentes	✓		
3.2	Verificación de amperaje en los motores eléctricos en las tres líneas	✓		
3.3	Verificación de voltaje en la entrada de la llave termomagnética	✓		
3.4	Calibración de sensores magnéticos y sensor inductivo	✓		
3.5	Limpieza de variadores de velocidad contactores, relay, termicos, bornes	✓		
4	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	✓		
4.1	Verificación y limpieza de piones, cadena de transmisión	✓		
4.2	Verificación de sellos mecánicos del motorreductor de la paleta	✓		
5	LUBRICACIÓN	✓		SE APLICÓ 4KG DE GRASA EN EL RECIPIENTE
5.1	Lubricación de chumaceras de ambos extremos	✓		
5.2	Aplicación de grasa en el recipiente de almacenamiento para las cuchillas	✓		
5.3	Lubricación de grasa en las cadenas de transmisión	✓		
6	SISTEMA HIDRICA	✓		
6.1	Verificación de fugas de las dos motobombas de enfriado y estirado	✓		
6.2	Revisión de válvula flotadora con bolsa del tanque de almacenamiento de agua	✓		
7	SISTEMA DE DRENAJE	✓		
7.1	Verificación y limpieza de válvula mariposa	✓		
7.2	Limpieza y verificación de la descarga	✓		
8	VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS	✓		Cumple con los parámetros de operación 3.8 BAR y 138°C
8.1	Verificación de temperatura de desechos y tanque (baquet)	✓		
8.2	Verificación de presión manométrica	✓		
8.3	Verificación de presión en Vacío	✓		
8.4	Verificación de aceite en los 3 reductores y unidad de mantenimiento	✓		
8.5	Verificación de nivel de grasa del recipiente de almacenaje de las cuchillas principales	✓		

Anexo 5. Programa de mantenimiento Preventivo del Ablandador de agua

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO :	Ablandador de agua
MARCA :	Cimelco
SERIE :	L268063118267
TEC. RESPONSABLE :	Eddy Gutierrez Cupe
ENCARGADO DEL ÁREA:	Ing. Edward Alen Paredes
CAPACIDAD :	300 l
MODELO :	265/740
FECHA :	feb-19
UBICACIÓN:	P.T.R.S
UNIDAD:	Salud Ambiental


N°	DESCRIPCIÓN / ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIÓN
		Si	No	
1	SISTEMA MECANICO	✓		SE REALIZÓ REGENERACIÓN MANUAL, PARA VERIFICAR LAS PRESIONES
1.1	Verificación de válvulas de bola	✓		
1.2	Verificación de fuga de check de la línea de agua	✓		
1.3	Verificación y reajuste de pernos de anclaje	✓		
2	SALMUERA	✓		
2.1	Revisión de tanque	✓		
2.2	Revisión de conexión de agua	✓		
3	SISTEMA ELECTRICO	✓		EL CARBOL ESTABA SUELTO DE SU POSICIÓN
3.1	Revisión de cabezal programador	✓		
3.2	Revisión de conector de encendido	✓		


 Bach. Ing. Edward Alen Paredes
 Encargado de la Unidad de Salud Ambiental
 QESA Hospital Nacional Hipólito Unzué

Anexo 6. Programa de Mantenimiento Preventivo de la Tolva de almacenamiento

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO :	Tolva de almacenamiento	CAPACIDAD :	500 T
MARCA :	Cimelco	MODELO :	R490p
SERIE :	S/N	FECHA :	feb-19
TEC. RESPONSABLE :	Eddy Gutierrez Cupe	UBICACIÓN:	P.T.R.S
ENCARGADO DEL ÁREA :	Ing. Edward Alen Paredes	UNIDAD:	Salud Ambiental

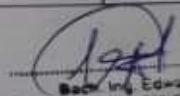
N°	DESCRIPCIÓN / ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIÓN
		Si	No	
1	MOTOREDUCTOR	✓		
1.1	Limpieza y verificación del motor eléctrico	✓		
1.2	reajuste de borneras , medición de amperaje	✓		
1.3	Revisión de nivel de aceite	✓		
2	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	✓		
2.1	Limpieza y verificación de la cadena de transmisión , piñones	✓		
2.2	Lubricación de chumaceras y cadena	✓		
3	CONTACTOS ELECTRICOS	✓		
3.1	Limpieza y reajuste de contactos de contactor, selector , lámpara señalizadora	✓		
3.2	Limpieza de variador de velocidad	✓		
4	COMPONENTES NEUMATICOS	✓		
4.1	Verificación y limpieza de electroválvula	✓		
4.2	Verificación de conexiones neumáticas	✓		
4.3	Verificación de fugas de piston de doble efecto	✓		


 Ing. Edward Alen Paredes
 Encargado de la Unidad de Salud Ambiental
 CIESA Hospital Nacional Hipólito Unzueta

Anexo 7. Programa de Mantenimiento Preventivo de Caldero Vertical 20 BHP

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
EQUIPO :	Caldero Vertical	CAPACIDAD :	300 KG/H	
MARCA :	Cimelco	MODELO :	SMG-320	
POTENCIA :	20 BHP	FECHA :	feb-19	
TEC. RESPONSABLE :	Eddy Gutierrez Cupe	UBICACIÓN :	P.T.R.S	
ENCARGADO DEL ÁREA :	Ing. Edward Alen Paredes	UNIDAD :	Salud Ambiental	

N°	DESCRIPCIÓN / ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIÓN
		Si	No	
1	SISTEMA MECANICO	✓		Se recomienda CAMBIAR EMPAQUE NO ASBESTO DEL VISOR DE AGUA
1.1	Verificación de valvula de alivio y valvula de compuerta	✓		
1.2	Verificación de hermeticidad de nivel de agua	✓		
1.3	Verificación de 3 válvulas de agua	✓		
2	SISTEMA DE COMBUSTIÓN	✓		Se Presenta a REGULAR PRECIÓN DE GAS
2.1	Verificación de combustion del quemador principal	✓		
2.2	Verificación del motor electrico , ventilador	✓		
3	TABLERO ELECTRICO	✓		
3.1	Limpieza y revisión de contactores , rele termico, relay	✓		
3.2	Verificación de controladores de electrodos de nivel de agua	✓		
4	SISTEMA HIDRICA	✓		
4.1	Limpieza y revision de motobomba , fugas calentamiento , rodamiento	✓		
4.2	Conexiones de tuberia y accesorios de conexión de agua	✓		


 Ing. Edward Alen Paredes
 Encargado de la Unidad de Salud Ambiental
 OESA Hospital Nacional Hipólito Unzué

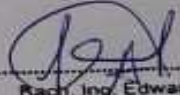
Anexo 8. Programa de Mantenimiento Preventivo de compresora



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO :	Sistema de emergencia	CAPACIDAD :	250 l
MARCA :	Cimelco	MODELO :	L300
SERIE :	S/N	FECHA :	feb-19
TEC. RESPONSABLE :	Eddy Gutierrez Cupe	UBICACIÓN :	P.T.R.S
ENCARGADO DEL ÁREA :	Ing. Edward Alen Paredes	UNIDAD :	Salud Ambiental

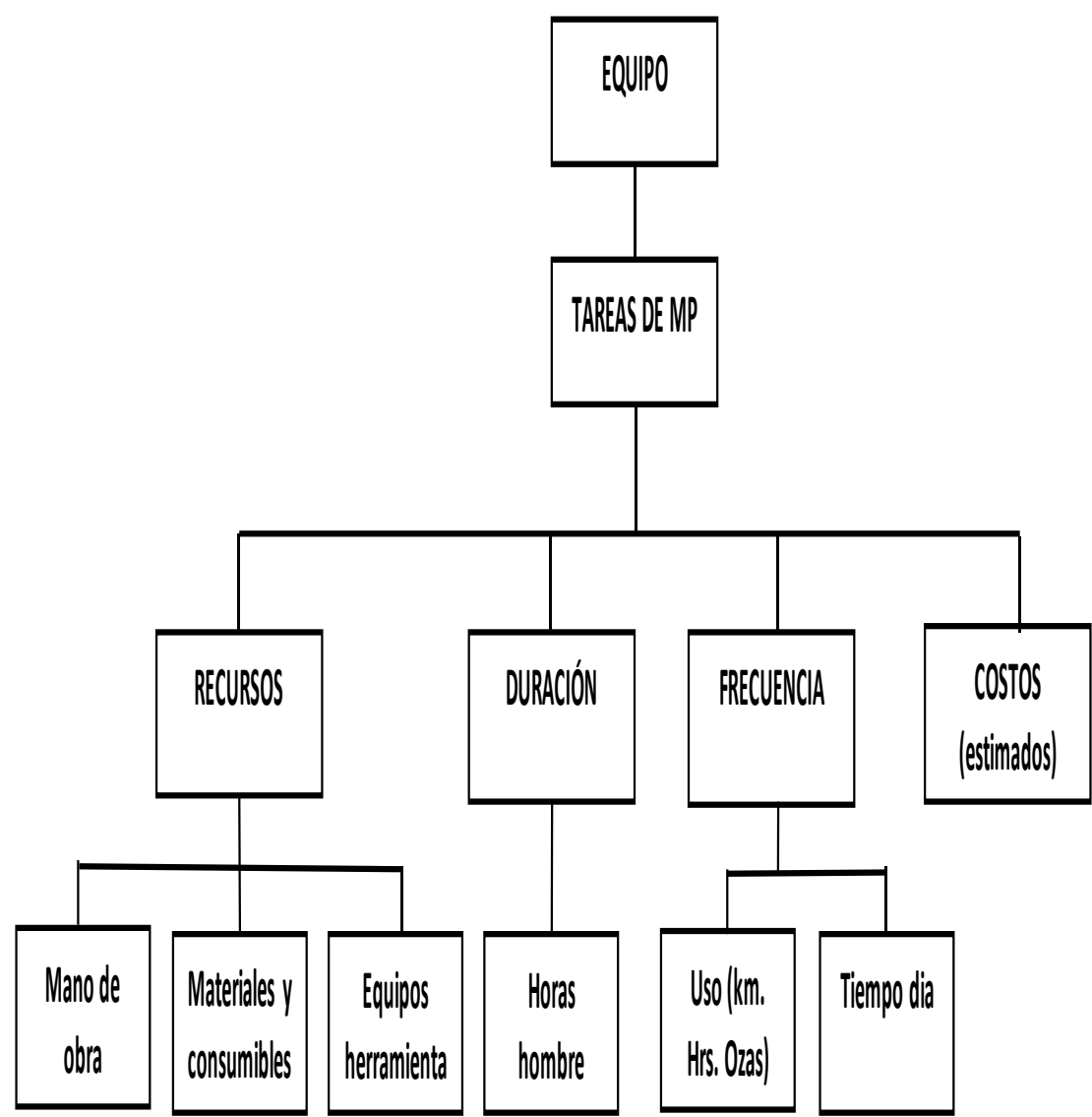
N°	DESCRIPCIÓN / ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIÓN
		Si	No	
1	MOTOBOMBA	✓		
1.1	Limpieza y verificación del motor eléctrico	✓		
1.2	reajuste de bornas y medición de amperaje	✓		
1.3	Revisión de anclaje de motobomba	✓		
2	TANQUE	✓		
2.1	Revisión de válvula flotadora con boya	✓		
2.2	Revisión de conexiones de niples	✓		
3	CONTACTOS ELECTRICOS	✓		
3.1	Limpieza y reajuste de contactos de contactor, selector y lámpara señalizadora	✓		
3.2	Limpieza y verificación de presostato	✓		


 Bach. Ing. Edward Alen Paredes
 Encargado de la Unidad de Salud Ambiental
 OESA Hospital Nacional Hipólito Unzué

Anexo 9. Matriz de consistencia

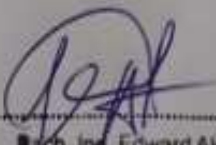
Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la planta de tratamiento de residuos sólidos del hospital Hipolito Unanue , el Agustino, 2018									
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de indicadores	Metodología
General	General	Principal	Mantenimiento Preventivo	El mantenimiento preventivo se ha dividido en dos cualidades; por inspeccion y por prediccion, por inspeccion se entiende el contacto directo del tecnico con la maquina en busca de la necesidad de mantenimiento correctivo. La prediccion es la aplicación de las tecnicas de probabilidades y estadísticas en la determinacion de la necesidad de cambio de una pieza o elemento de la maquina.(p.51)	El mantenimiento preventivo nos permite preveer fallas futuras que puedan perjudicar el funcionamiento de la maquina o proceso.	Programacion del mantenimiento preventivo	Programacion	Razon	Recoleccion de datos
De que manera la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta de tratamiento de residuos solidos , el Agustino, 2018	De que manera la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la productividad en la planta de tratamiento de residuos solidos del Hospital Hipolito Unanue 2018	La aplicación del Mantenimiento preventivo incrementa significativamente la productividad en la planta de tratamiento de residuos solidos del Hospital Hipolito Unanue, El Agustino, 2018							
Específicas	Específicos	Secundarias				Tiempo medio entre fallas	Tiempo	Razon	Recoleccion de datos
De que manera la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la utilizacion de la planta de tratamiento de residuos solidos , el Agustino, 2018	De que manera la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la utilizacion en la planta de tratamiento de residuos solidos , el Agustino, 2018	La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa significativamnte el rendimiento en la planta de tratamiento de residuos solidos del Hospital Hipolito Unanue, el Agustino, 2018	Productividad	Es la medida de cuan bien el departamento grupo o persona se esta desempeñando (al trabajar o no) en comparacion con estandar de trabajo, tambien se puede calcular la productividad o efectividad como : productividad = rendimiento x utilizacion.(p.20)	La productividad es la maximizacion de la relacion entre los resultados obtenidos versus los res¿cursos empleados	Rendimiento	Rendimiento	Razon	Recoleccion de datos
De que manera la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa el rendimiento en la planta de tratamiento de residuos solidos, el Agustino, 2018	De que manera la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa el rendimiento en la planta de tratamiento de residuos solidos, el Agustino, 2018	La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa significativamnte la utilizacion en la planta de tratamiento de residuos solidos del Hospital Hipolito Unanue, el Agustino, 2018				Utilizacion	utilizacion	Razon	Recoleccion de datos

Anexo 10. Diagrama de un ejemplo de plan de trabajo

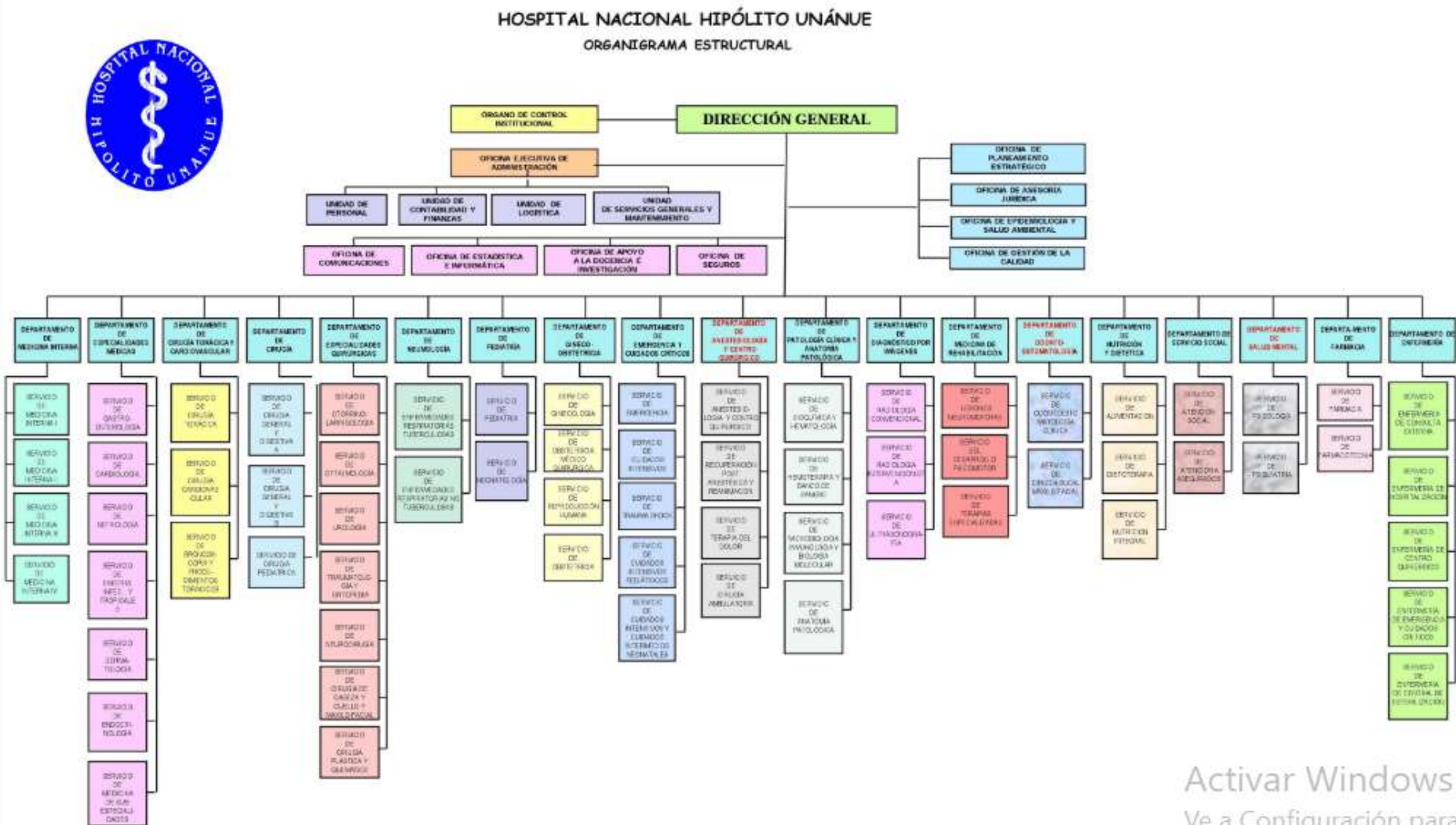


Anexo 11. Herramientas utilizadas en el mantenimiento preventivo

N°	Descripción	Herramienta /Instrumento /Insumo	Cantidad
1	Juego de dados Rachet mm	Herramienta	1 Und
2	Francesa de 12" y 16"	Herramienta	2 Und
3	Alicate de punta	Herramienta	1 Und
4	Alicate de corte	Herramienta	1 Und
5	Alicate Mecánico	Herramienta	1 Und
6	Martillo de bola	Herramienta	1 Und
7	Francesa de 18"	Herramienta	2 Und
8	Destornillador plano	Herramienta	1 Und
9	Martillo de Goma	Herramienta	1 Und
10	Juego de llaves mixtas mm	Herramienta	17 Und
11	Juego de llaves alen pulgadas	Herramienta	17 und
12	Juego de llaves torx	Herramienta	12 Und
13	Espatula plana	Herramienta	1 Und
14	Lima redonda	Herramienta	1 Und
15	Goma laca	Insumo	1 Und
16	Pinza Amperimétrica	Instrumento	1 Und
17	Brocha de 2"	Herramienta	1 Und
18	Spray Limpia contacto	Insumo	1 Und
19	Aceite 3 en 1	Insumo	1 Und
20	Teflones	Insumo	2 Und
21	Cuchilla de corte	Herramienta	1 Und
22	Cable Nro 14	Insumo	3 m
23	Grasa de temperatura	Insumo	4 Kg
24	Guantes Quirurgicos	Insumo	5 Und
24	Trapo industrial	Insumo	6 kg


 Bach. Ing. Edward Alen Paredes
 Encargado de la Unidad de Salud Ambiental
 OESA Hospital Nacional Hipólito Unzué

Anexo 12. Organigrama del Hospital Nacional Hipólito Unanue





Activar Windows
Ve a Configuración para

Anexo 13. Ficha técnica del Caldero Vertical a Gas

Caldero Vertical a Gas		
Caracteristicas Generales		Datos Numericos
Modelo	SMG-320	
Potencia Nominal	20 BHP	
Capacidad	300 KG/H	
Presion de diseño	150 PSI	
Presion de Trabajo	95 PSI	
Tipo de combustible	GLP	
Sup. Calefaccion	100 PIE2	
Fuerza electromotriz	220v. 3F 60 HZ	
Marca	Coreana / Cimelco	
Pasos	1	
Fabricacion	2011	
Observacion : Comprende quemador , linea de gas , bomba		

Anexo 14. Ficha técnica del Ablandador de Agua y compresor de Aire.

Ablandador de Agua		
Características Generales	Datos Numericos	
Modelo	265/740	
Serie	L26806	
Codificacion	2654172	
Tipo	Pentair Water USA	
Observación: Comprende Salmuera, cabezal, valvulas de bola y nipleria		


Compresora de Aire		
Características Generales	Datos Numericos	
Modelo	K30	
Potencia del Motor	7.5 hp - 5.5 kw	
Presion	160 psi - 11 Bar	
Capacidad	100 Gls	
Conexión	31CFM - 1/2" NPT	


Anexo 15. Ficha técnica del tanque hidroneumático y Poza de almacenamiento de agua

Tanque Hidroneumático		
Características Generales		Datos Numericos
Modelo	GCN - 120GV	
Tipo	MUPN - 450-8.6	
Max. Presion de trabajo	8.6 bar / 125 psi	
Precarga de fabrica	1.4 bar / 20 psi	
Presion de prueba	8.6 bar / 125 psi	
Conexión	1.25" NPT	
Temperatura minima	-10 °C /14 °F	
Temperatura maxima	90° C / 194° F	
Volumen nominal	450 litros / 118.88 g	
Fecha fabricacion	Jun-18	
Observación : Comprende Presostato, motobomba de 3hp, trifasico		

Posa de almacenamiento de agua		
Características Generales	Datos Numericos	
Dimension	16 m2	
Tipo de accionamiento	Boya manual	
Material de poza	Cemento	
Tipo de conexión	Galv.	

Anexo 16. Ficha técnica del sistema de Vahos y del sistema de Emergencia

Sistema de Vahos		
Características Generales	Datos Numericos	
Material	Acero Galv.	
Grado de revestimiento	G40	
Longitud	7 mts	
Diametro de salida	40 cm	
El sistema de Vahos cuenta con un motor de 3hp , 3 fajas de marca Optibel de codigo A50 , 1 polea , dos chumaceras, turbina/impulsor		

Sistema de Emergencia		
Características Generales	Datos Numericos	
Voltaje	220v - 3 ~	
Hz	60	
Material de tuberia	Fe. Galv	
Longitud de manguera	5 mts	
Longitud de conexión	3 mts	

Anexo 17. Aplicación del Mantenimiento Preventivo en las máquinas



Anexo 18. Fichas de recolección con datos

Hospital Nacional
Riquelme Urteaga

Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental

PARTE DIARIO DE PRODUCCION
PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

NO. 111111 Fecha: 21-12-17

TURNO: MAÑANA Hora: 08:00 a 12:00

OPERARIO: Mr. [Nombre]

Carga	Cochete	Peso	Hora	Carga	Cochete	Peso	Hora
N°	N°	(kg)	Inic. Fin	N°	N°	(kg)	Inic. Fin
1	1	100	08:00	1	1	100	08:00
2	2	100	08:15	2	2	100	08:15
3	3	100	08:30	3	3	100	08:30
4	4	100	08:45	4	4	100	08:45
5	5	100	09:00	5	5	100	09:00
6	6	100	09:15	6	6	100	09:15
7	7	100	09:30	7	7	100	09:30
8	8	100	09:45	8	8	100	09:45
9	9	100	10:00	9	9	100	10:00
10	10	100	10:15	10	10	100	10:15
11	11	100	10:30	11	11	100	10:30
12	12	100	10:45	12	12	100	10:45

TOTAL: Carga 1200 Cochete 12 Peso 1200

OCCURRENCIAS:

Operaciones: Operación Durante hora Equipo

Los equipos de la planta en su turno están: Operativos Intermitentes Final

Describe la ocurrencia: Se detectó un olor fuerte de gas

Se encontró adherido? NO Puede continuar trabajando? NO Sugereencia o recomendación: Quitar de la estación

Observaciones: Se detectó un olor fuerte de gas

Realizado por: [Firma] Encargado de la Unidad de Salud Ambiental: [Firma] DSEA Hospital Nacional Riquelme Urteaga

Hospital Nacional
Riquelme Urteaga

Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental

PARTE DIARIO DE PRODUCCION
PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

NO. 111111 Fecha: 21-12-17

TURNO: MAÑANA Hora: 08:00 a 12:00

OPERARIO: Mr. [Nombre]

Carga	Cochete	Peso	Hora	Carga	Cochete	Peso	Hora
N°	N°	(kg)	Inic. Fin	N°	N°	(kg)	Inic. Fin
1	1	100	08:00	1	1	100	08:00
2	2	100	08:15	2	2	100	08:15
3	3	100	08:30	3	3	100	08:30
4	4	100	08:45	4	4	100	08:45
5	5	100	09:00	5	5	100	09:00
6	6	100	09:15	6	6	100	09:15
7	7	100	09:30	7	7	100	09:30
8	8	100	09:45	8	8	100	09:45
9	9	100	10:00	9	9	100	10:00
10	10	100	10:15	10	10	100	10:15
11	11	100	10:30	11	11	100	10:30
12	12	100	10:45	12	12	100	10:45

TOTAL: Carga 1200 Cochete 12 Peso 1200

OCCURRENCIAS:

Operaciones: Operación Durante hora Equipo

Los equipos de la planta en su turno están: Operativos Intermitentes Final

Describe la ocurrencia: Se detectó un olor fuerte de gas

Se encontró adherido? NO Puede continuar trabajando? NO Sugereencia o recomendación: Quitar de la estación

Observaciones: Se detectó un olor fuerte de gas

Realizado por: [Firma] Encargado de la Unidad de Salud Ambiental: [Firma] DSEA Hospital Nacional Riquelme Urteaga

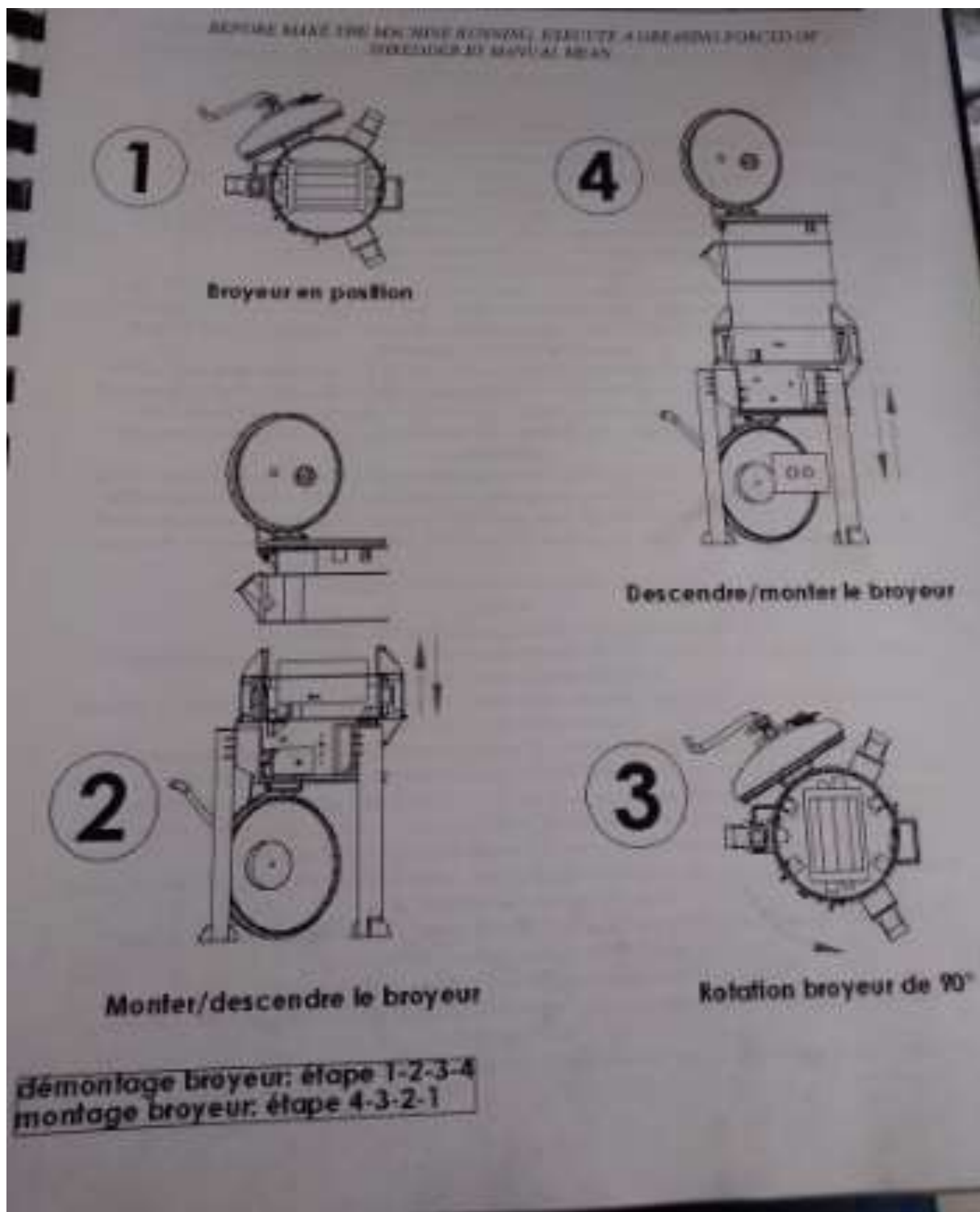
Anexo 19. Juego de cuchillas nuevas para la máquina autoclave T1000



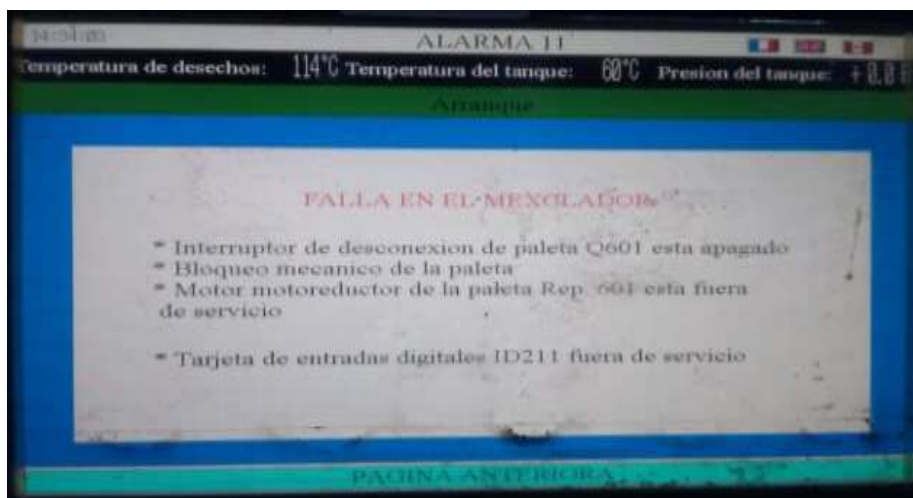
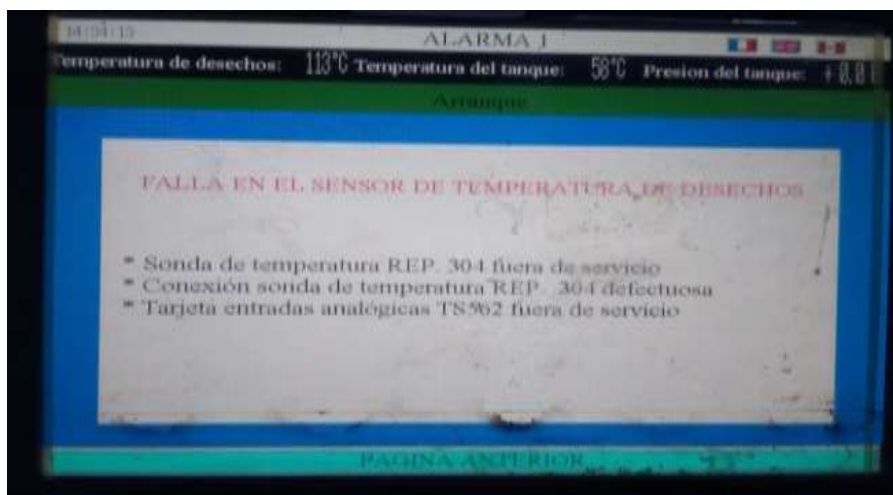
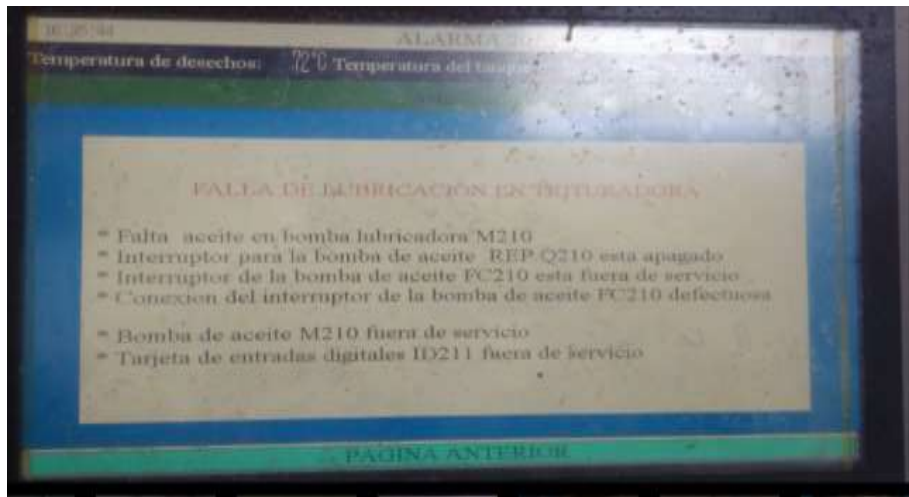
Anexo 20. Reparación de la maquina autoclave parada a consecuencia de la falta de Mantenimiento preventivo



Anexo 21. Vistas de la maquina principal Autoclave T1000



Anexo 22. Falla de lubricación registrado en el sistema de la máquina principal



Anexo 23. Hoja de capacitación al personal involucrado en operación de la máquina autoclave T1000

CAPACITACIÓN				
Fecha:	Febrero		Área	Planta de Tratamiento
Tema:	Operación y mantenimiento de Autoclave T1000			
N°	Nombre	Cargo	DNI	Firma
1	Héctor Lechuga Díaz	Operador	36566277	
2	Caro Pérez Rojas	Operador	77704676	
3	Krista Pérez Rojas	Asistente	25425517	
4				
5				
6				


 Edmundo José Flores
 Encargado de la Unidad de Salud Ambiental
 U.S.A. - Hospital Nacional Tumbes (Ingente)

Anexo 24. Recolección de datos por semana

Hospital Nacional
Hipólito Unzué

Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental

PRODUCCION EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS - HHU

MES : Diciembre

SEMANA 2 : Del 12 Al 18

CARGA N°	Lun 10			Mar 11			Mar 12			Jue 13			Vie 14			Sab 15			Dom 16		
	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)	PESO (Kg)		
1	109	110	90	100	100	108	100	90	108	100	98	112	110	90	109						
2	110	108	87	110	89	109	101	87	110	85	89	112	100	87	110						
2	108	108	100	105	83	108	110	100	103	110	108	112	85	100	108						
4	102	95	95	110	100	97	110	95	93	90	87	108	90	99							
5	100	110	90	104	95	80	104	90	91	87	110	83	106	105	83	94					
6	98	108	89	108	110	89	89	100	89	83	108	95	108	100	95	108					
7		106	92	102		82	100	110	93	95		90	108	114	89	100					
8			98	106																	
9																					
10																					
11																					
12																					
Total	627	739	753	628	620	650	741	798	643	806	810	683	764	715	652	638	0	0	0	0	
Total		2,119		1,798			2,100			1,879			2,133			638					
Total							21			18			21			8					
Dis																					
Total		21		18																	
Coches																					

RESUMEN

SEMANA 2 : Del 12 Al 18

Residuo Sólido Tratado (Kg)	Coches	Total paradas
Turno 1 (07 - 14pm)	2,100	27
TOTAL	2,100	27

Bach. Ing. Edward Aien Paredes
Encargado de la Unidad de Salud Ambiental
OESA - Hospital Nacional Hipólito Unzué

Hospital Nacional
Hipólito Unzué

Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental

PRODUCCION EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS - HHU

MES : Noviembre 2018

		Peso de residuo solido tratado (Kg)						Total Mensual (Kg)	Total Paradas
		Semana 5 (Kg)	Semana 6 (Kg)	Semana 7 (Kg)	Semana 8 (Kg)	Sub-Total x turno x mes (Kg)			
Turno 1 (07 - 02pm)	Kg.	2,780	861	3,100	960	7,701	7,701	63	
	paradas	16	5	20	6	47			

Turno 1 (07am - 2 pm)

Eddy Gutiérrez C

Bach. Ing. Edward Aien Paredes
Encargado de la Unidad de Salud Ambiental
OESA - Hospital Nacional Hipólito Unzué

Anexo 25. Validez del instrumento por juicio de expertos - uno



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, el Agustino, 2018

Nº	DIMENSIONES / Ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Variable Independiente: Mantenimiento preventivo							
	DIMENSIÓN 1: Programa de Mantenimiento preventivo	SI	No	SI	No	SI	No	
1	$\% \text{ Cumplido, Mito, Preventivo} = \frac{\text{Mito Preventivo ejecutado}}{\text{Mito Preventivo programado}} \times 100$ M.P.P. = Intervenciones realizadas en las máquinas de tratamiento sólidos M.P.P. = Frecuencia de las programaciones de la intervención semanal	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Tiempo medio entre fallas	SI	No	SI	No	SI	No	
2	$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de Operación de la planta}}{\text{Frecuencia de Fallas}}$ Unidades = Tiempo de operación de la Planta en horas Frecuencia = Cantidad de fallas en los equipos en un determinado tiempo	✓		✓		✓		
	Variable Dependiente: Productividad							
	DIMENSIÓN 1: Rendimiento	SI	No	SI	No	SI	No	
3	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo estimado del proceso de tratamiento}}{\text{Tiempo en que termina el proceso}}$ Tiempo estimado de trabajo = Horas planificadas y estimadas Tiempo neto trabajado = Total de horas utilizadas + retrasos (tiempos de espera)	✓						
	Dimensión 2: Utilización	SI	No	SI	No	SI	No	
4	$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo neto del proceso de tratamiento}}{\text{Tiempo de horas utilizadas por el operador}}$ Tiempo Neto = Horas planificadas o estimadas + retrasos (tiempo de espera) Tiempo de horas utilizadas = Total de horas utilizadas en el proceso de tratamiento	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si hay suficiente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒]

Aplicable después de corregir [☐]

No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

MEZA VILLASUR MARIO ANTONIO

DNI: *06252711*

Especialidad del validador:

ING. PORT. MANTENIMIENTO / ING. ELÉCTRICAS

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

10 de *Mayo* del 2019

Firma del Experto Informante.

Anexo 26. Validez del instrumento por juicio de expertos - dos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, el Agustino, 2018

Nº	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Variable Independiente: Mantenimiento preventivo							
	DIMENSIÓN 1: Programa de Mantenimiento preventivo	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$\% \text{ Cumplimiento Mantenimiento Preventivo} = \frac{\text{Mantenimiento Preventivo ejecutado}}{\text{Mantenimiento Preventivo programado}} \times 100$ M.P.E = Intervenciones realizadas en las máquinas de tratamiento semanal M.P.P = Frecuencia de las programaciones de la intervención semanal	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Tiempo medio entre fallas	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de Operación de la planta}}{\text{Frecuencia de Fallas}}$ Unidades = Tiempo de operación de la Planta en horas Frecuencia = Cantidad de fallas en los equipos en un determinado tiempo	✓		✓		✓		
	Variable Dependiente: Productividad							
	DIMENSIÓN 1: Rendimiento	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo estimado del proceso de tratamiento}}{\text{Tiempo real que demora el proceso}}$ Tiempo estimado de trabajo = Horas planificadas y estimadas Tiempo real trabajado = Total de horas utilizadas - retrasos (tiempos de espera)	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Utilización	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo real del proceso de tratamiento}}{\text{Tiempo de horas utilizadas por el operador}}$ Tiempo Neto = Horas planificadas y estimadas + retrasos (tiempo de espera) Tiempo de horas utilizadas = Total de horas utilizadas en el proceso de tratamiento	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: ☒ Aplicable

☐ Aplicable después de corregir

☐ No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

RIVERA David Román, B/E
Ingeniero en Mantenimiento

DNI: 71091284

Especialidad del validador:

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

de del 2019

Firma del Experto Informante.

Anexo 27. Validez del instrumento por juicio de expertos - tres



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, el Agustino, 2018

NP	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Variable Independiente: Mantenimiento preventivo							
	DIMENSIÓN 1: Programa de Mantenimiento preventivo	SI	No	SI	No	SI	No	
1	$\% \text{ Cumplim. Mnto. Preventivo} = \frac{\text{Mnto. Prevent. ejecutadas}}{\text{Mnto Prevent programadas}} \times 100$ M.P.E = Intervenciones realizadas en las máquinas de tratamiento semanal M.P.F = Frecuencia de las programaciones de la intervención semanal	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Tiempo medio entre fallas	SI	No	SI	No	SI	No	
2	$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de Operación de la planta}}{\text{Frecuencia de Fallas}}$ Unidades = Tiempo de operación de la Planta en horas Frecuencia = Cantidad de fallas en los equipos en un determinado tiempo							
	Variable Dependiente: Productividad							
	DIMENSIÓN 1: Rendimiento	SI	No	SI	No	SI	No	
3	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo estimado del proceso de tratamiento}}{\text{Tiempo en que dura el proceso}}$ Tiempo estimado de trabajo = Horas planificadas y estimadas Tiempo neto trabajado = Total de horas utilizadas - retrasos (tiempos de espera)	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Utilización	SI	No	SI	No	SI	No	
4	$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo neto del proceso de tratamiento}}{\text{Tiempo de horas utilizadas por el operador}}$ Tiempo Neto = Horas planificadas o estimadas - retrasos (tiempo de espera) Tiempo de horas utilizadas = Total de horas utilizadas en el proceso de tratamiento	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]**

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. DR Mg:

Panto Salazar Javier Francisco
Ing. Industrial

DNI: 02636781

Especialidad del validador:

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

10 de Julio del 2019

[Firma]

Firma del Experto Informante.

Anexo 28. Producción de Residuos sólidos en el centro hospitalarios – octubre 2018

Hospital Nacional
Hipólito Unzué

Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental

PRODUCCION EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS - HHU

MES : OCTUBRE 2018

SEMANA 1 : Del 1 Al 7

CARGA N°	Lun	1			Mar 2			Mier 3			Jue 4			Vie 5			Sab 6			Dom 7		
	PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			
	Turno 1 08-02pm	Turno 2 13-07pm	Turno 3 22-06am	Turno 1 08-02pm	Turno 2 13-07pm	Turno 3 22-06am	Turno 1 08-02pm	Turno 2 13-07pm	Turno 3 22-06am	Turno 1 08-02pm	Turno 2 13-07pm	Turno 3 22-06am	Turno 1 08-02pm	Turno 2 13-07pm	Turno 3 22-06am	Turno 1 08-02pm	Turno 2 13-07pm	Turno 3 22-06am	Turno 1 08- 02pm	Turno 2 13- 07pm	Turno 3 22- 06am	
1	110	110	90	102	106	90	113	110	105	113	110	95	105		89							
2	100	100	97	95	110	97	113	105	110	113	106	94	97		94	98						
3	102	95	100	98	105	100	110	116	109	110	116	90	98		98	98						
4	102	90	101	104	108	101	109	109	103	112	109	88	102			100						
5		108	96	110	114	89	108		100		102	89	114			100						
6		110		95		89			97		114	107	105			98						
7																98						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
Total Turno				604	543	566	553	440	624	448	657	563	621	0	281	592	0	0	0	0	0	
Total Dia				1,713			1,617			1,668			902			592			0			
Total Coche				17			15			16			9			6			0			
							5	4	6	4	6	6	6	0	3	6	0	0	0	0	0	

5 4 6 4 6 6 6 0 3 6 0 0 0 0 0

RESUMEN

SEMANA 1 : Del 1 Al 7

Residuo Solido Tratado (Kg)		Cant Coches/Sem	Paradas
Turno 1 (08 - 14pm)		31	10
Total		31	10

Anexo 29. Resumen de producción de residuos sólidos – mes de octubre 2018

*Hospital Nacional
Hipólito Unzué*

*Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental*

PRODUCCION EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS - HHU

MES : OCTUBRE 2018

		Peso de residuo solido tratado (Kg)						
		Semana 1 (Kg)	Semana 2 (Kg)	Semana 3 (Kg)	Semana 4 (Kg)	Sub-Total x turno x mes(Kg)	Total Mensual (Kg)	Paradas
Turno 1 (08 - 02pm)	Kg.	3,232	2,682	3,201	3,834	12,949	12,949	42
	Cant. Coche	10	15	10	7	42		

Turno 1 (07am - 02pm) : Eddy Gutierrez C..

Anexo 30. Producción de Residuos sólidos en el centro hospitalarios – noviembre 2018

Hospital Nacional
Hipólito Unzué

PRODUCCION EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS - HHU

Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental

MES : Noviembre 2018

SEMANA 2 : Del 5 Al 11

CARGA N°	Lun 5			Mar 6			Mier 7			Jue 8			Vie 9			Sab 10			Dom 11		
	PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)		
	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 12-08pm	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am
1	112	110	99	110	110	110	108	107	109			89	106		90		110				
2	113	114	90		105		110	116	107			97	108		97	105	100				
3		120	91		106		108	102	104	101		94	110		99	112	105				
4		116	88	109	107		112	98	101	99		100	106		100	114	106				
5				109	116					99						98					
6				108						105						103					
7				110						106						99					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
Total Turno	225	460	368	546	544	110	438	423	421	510	0	380	430	0	386	631	421	0	0	0	0
Total Día	1,053			1,200			1,282			890			816			1,052			0		
Total Coches	10			11			12			9			8			10			0		
	2	4	4	5	5	1	4	4	4	5	0	4	4	0	4	6	4	0	0	0	0

RESUMEN

SEMANA 2 : Del 5 Al 11

Residuo Solido Tratado (Kg)		Cant Coches/Sem	Total paradas
Turno 1 (07 - 13pm)		2,780	16
TOTAL		2,780	16

Anexo 31. Resumen de producción de residuos sólidos – mes de noviembre 2018

*Hospital Nacional
Hipólito Unzué*

*Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental*

PRODUCCION EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS - HNHU

MES : Noviembre 2018

		Peso de residuo solido tratado (Kg)						
		Semana 5 (Kg)	Semana 6 (Kg)	Semana 7 (Kg)	Semana 8 (Kg)	Sub-Total x turno x mes(Kg)	Total Mensual (Kg)	Total Paradas
Turno 1 (07 - 02pm)	Kg.	2,780	861	3,100	960	7,701	7,701	63
	paradas	16	5	20	6	47		

Turno 1 (07am - 2 pm)

Eddy Gutierrez C.

Anexo 32. Producción de Residuos sólidos en el centro hospitalarios – diciembre 2018

Hospital Nacional
Hipólito Unzué

PRODUCCION EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS - HHU

Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental

MES : Diciembre

SEMANA 3 : Del 10 Al 16

CARGA N°	Lun 10			Mar 11			Mier 12			Jue 13			Vie 14			Sab 15			Dom 16		
	PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)		
	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-09am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-09am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-09am
1	109	110	90		100	100	109	100	90	108	100	99	112	110	90	109					
2	110	105	97		110	89	109	101	97	110	95	89	112	100	97	110					
3	108	108	100		105	93	108	110	100	103	110	100	110	95	100	109					
4	102	95	95	110	100	97	110	95	93		90	97	108	90	89						
5	100	110	90	104	95	90	106	90	91	97	110	93	106	105	93	96					
6	98	105	89	106	110	89	99	100	89	93	105	95	108	100	95	106					
7		106	93	102		92	100	110	93	95		90	108	116	89	100					
8			99	106																	
9																					
10																					
11																					
12																					
Total Turno	627	739	753	528	620	650	741	706	653	606	610	663	764	716	653	630	0	0	0	0	0
Total Dia	2,119			1,798			2,100			1,879			2,133			630			0		
Total Coches	21			18			21			19			21			6			0		
	6	7	8	5	6	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	6	0	0	0	0	0

RESUMEN

SEMANA 3 : Del 10 Al 16

Residuo Solido Tratado (Kg)		Cant coches	Total paradas
Turno 1 (07 - 14pm)		37	6
TOTAL		37	6

Anexo 33. Resumen de producción de residuos sólidos – mes de diciembre 2018

*Hospital Nacional
Hipólito Unzué*

*Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental*

PRODUCCION EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS - HHU

MES : Diciembre

		Peso de residuo solido tratado (Kg) y paradas					Total Mensual (Kg)	Total Paradas (hrs)
		Semana 9 (Kg)	Semana 10 (Kg)	Semana 11 (Kg)	Semana 12 (Kg)	Sub-Total x turno x mes(Kg)		
Turno 1 (07 - 02pm)	Kg.	3,898	1,461	2,598	3,341	11,298	11,298	38
	paradas	6	16	9	7	38		

Turno 1 (07 - 02pm) Eddy Gutierrez C.

Anexo 34. Producción de Residuos sólidos en el centro hospitalarios – enero 2019

Hospital Nacional
Hipólito Unzué

Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental

PRODUCCION EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS - HHU

MES : Enero 2019

SEMANA 2 : Del 7 Al 13

CARGA N°	Lun 7			Mar 8			Mier 9			Jue 10			Vie 11			Sab 12			Dom 13		
	PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)			PESO (Kg)		
	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 12-08pm	Turno 1 07-02pm	Turno 2 12-08pm	Turno 3 23-06am
1		100	99	107	100	90	106	95	98	104	100	90	108	110	97		100				
2		105	100	102	106	97	98	105	100	102	105	97	108	100	100	102	106				
3		106	97	100	110	100	94	102	93	105	95	100	102	95	90	105	110				
4		95	94	106	108	98	100	98	90	98	110	101	99	90	89	102	105				
5		108	90	99	102	91	106	107	97	100	90	89	100	110	93	98	95				
6		110	89	105	100	89	100	95	100	99	105	98	104	100	97	95	105				
7			93	99	103		99		95	96			105		90	95					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
Total Turno	0	624	662	718	729	565	703	602	673	704	605	575	726	605	656	597	621	0	0	0	0
Total Dia	1,286			2,012			1,978			1,884			1,987			1,218			0		
Total Coches	13			20			20			19			20			12			0		
	0	6	7	7	7	6	7	6	7	7	6	6	7	6	7	6	6	0	0	0	0

RESUMEN

SEMANA 2 : Del 7 Al 13

Residuo Solido Tratado (Kg)		Cant Coches/Sem	Total Paradas
Turno 1 (07 - 14pm)		34	8
		3,448	

Anexo 35. Resumen de producción de residuos sólidos – mes de diciembre 2018

*Hospital Nacional
Hipólito Unzué*

*Oficina de Epidemiología
y Salud Ambiental*

PRODUCCION EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS - HHU

MES : Enero 2019

		Peso de residuo solido tratado (Kg) y paradas						
		Semana 13 (Kg)	Semana 14 (Kg)	Semana 15 (Kg)	Semana16 (Kg)	Sub-Total x turno x mes(Kg)	Total Mensual (Kg)	Total paradas
Turno 1 (07 - 02pm)	Kg.	3,448	2,338	1,531	2,227	9,544	9,544	45
	paradas	8	10	16	11	45		

Turno 1 (07am - 02pm) : Eddy Gutierrez C.

Anexo 36. Carta de Autorización para desarrollo de investigación

Lima, 15 de Diciembre del 2018

Señor

Dr. Robert Julio Contreras Rivera

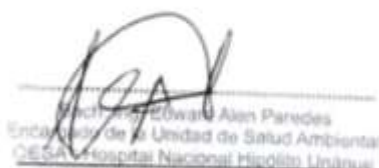
Director Nacional de la Escuela Profesional De Ingeniería Industrial de la
Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este

ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN

Yo Jaime Edward Alen Paredes, identificado con DNI 43998261 de Lima, en mi calidad de encargado de la Unidad de Salud Ambiental del Hospital Nacional Hipólito Unánue, autorizo a Eddy Victor Gutierrez Cupe estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este, a utilizar información de la empresa que considere relevante para el desarrollo del proyecto de tesis denominado: **"Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la planta de tratamiento de residuos sólidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino, 2018"**. El estudiante se compromete a hacer buen uso de los datos e información que puedan recopilar de los diferentes medios como archivos electrónicos, formatos y archivos físicos que la empresa pone a su disposición para los efectos de llevar a cabo el desarrollo de su investigación. Se reitera que la información debe ser de uso exclusivo para llevar a cabo la investigación de su tesis. De considerar necesario se autoriza al estudiante la publicación de su investigación en el medio que considere su Universidad.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Profesional de Ingeniería Industrial.

Atentamente,



Jaime Edward Alen Paredes
Encargado de la Unidad de Salud Ambiental
CESA Hospital Nacional Hipólito Unánue

Jaime Edward Alen Paredes
Responsable de la Unidad de
salud Ambiental